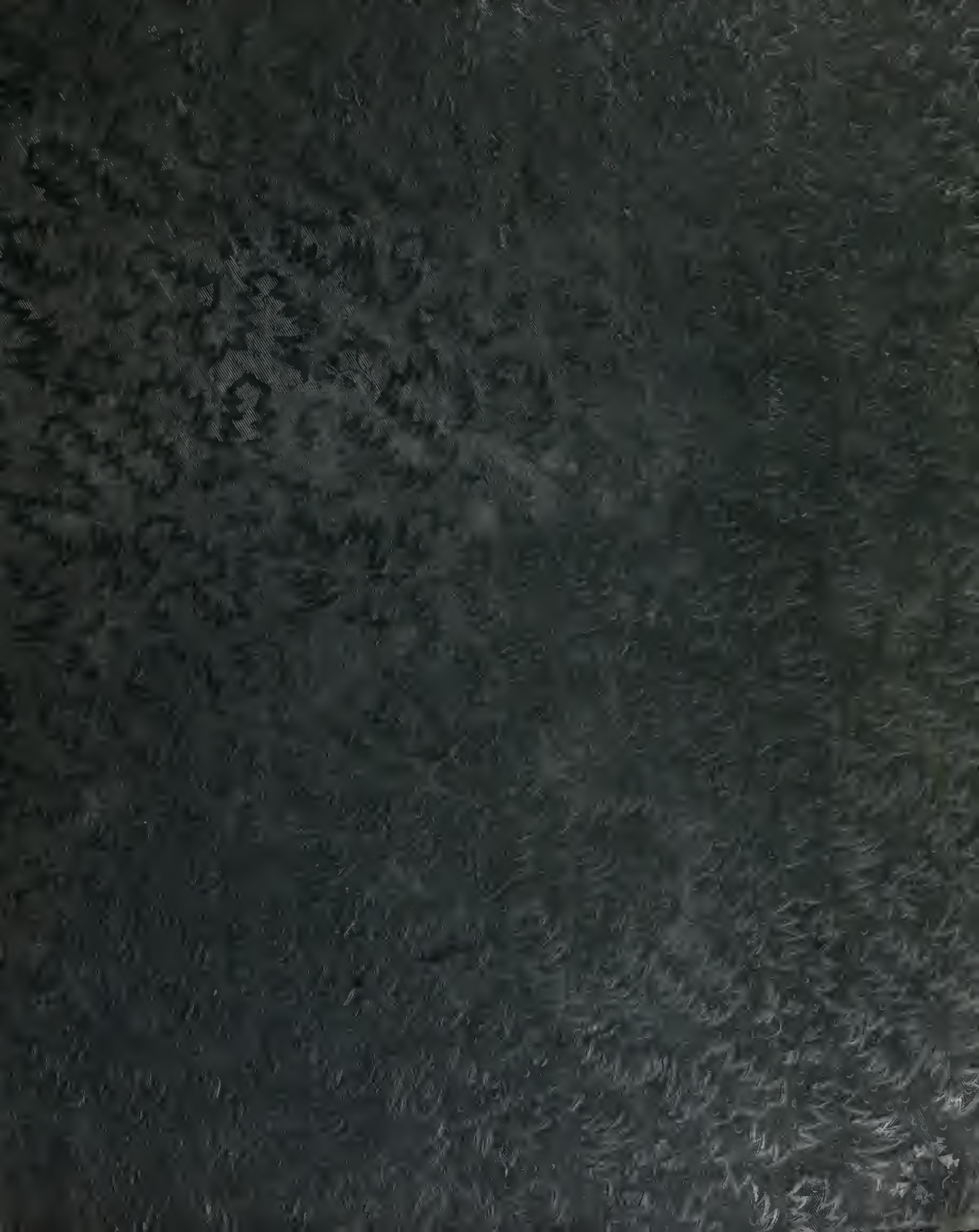
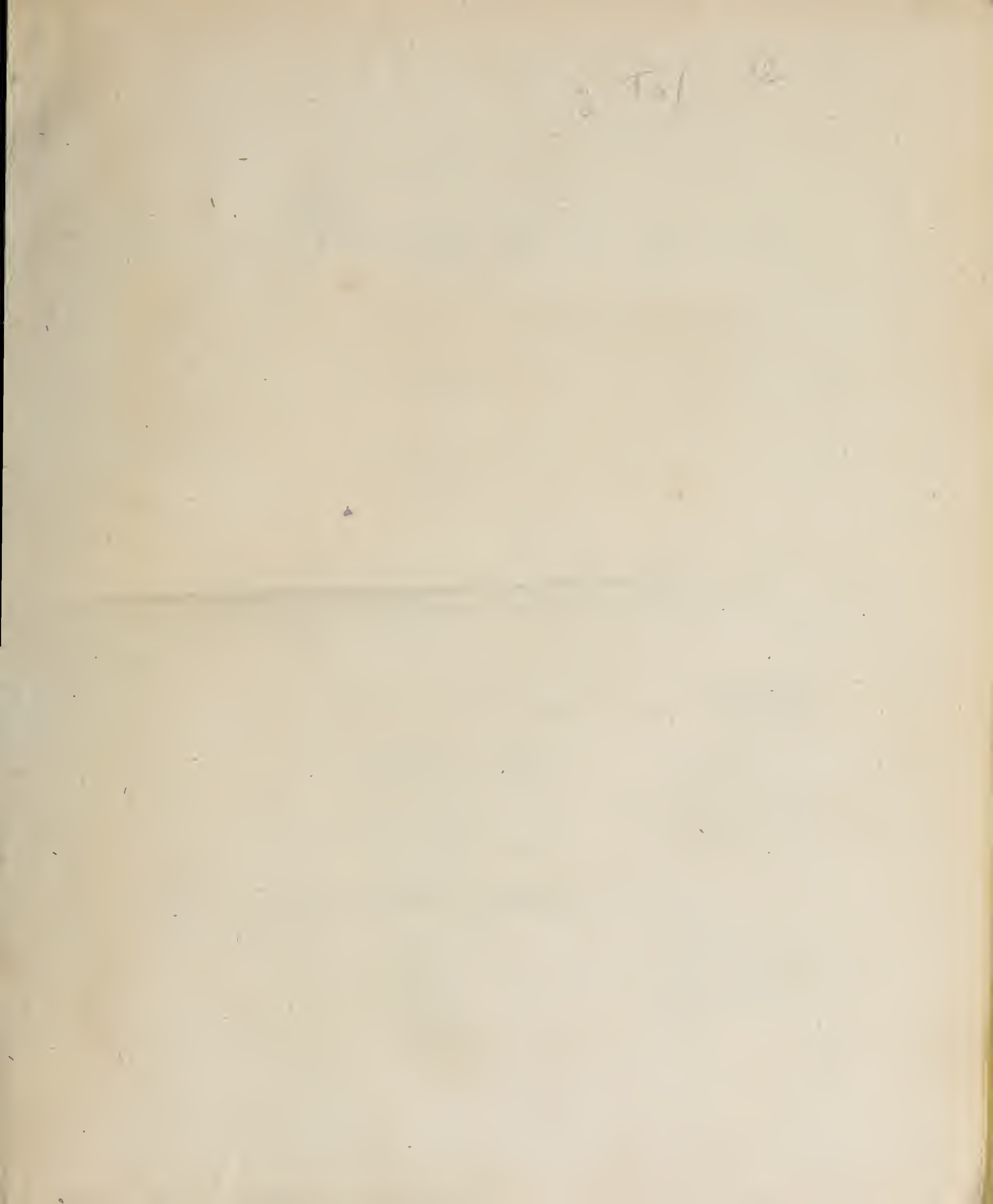



THE GETTY CENTER LIBRARY



Journal

für

die Baukunst.

In zwanglosen Heften.

Herausgegeben

von

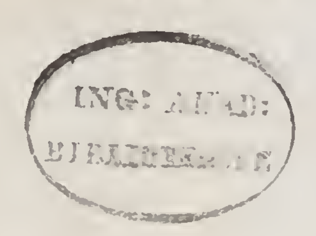
Dr. A. L. Crelle,
Königlich-Preufsischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin und Correspondenten derjenigen zu Neapel.



Dritter Band.

In 4 Heften.

Mit 12 Kupfertafeln.



Berlin,
bei G. Reimer.

1830.



Inhalt des dritten Bandes.

Erstes Heft.

1. Einige Bemerkungen über die Festigkeit, Mischungsverhältnisse und Zubereitung des Bétons, oder des Mauerwerkes aus klein geschlagenen, mit Mörtel untermengten Steinen, dessen man sich zuweilen, um Fangdämme und Wasserschöpfen zu sparen, zur Fundamentirung von Bauwerken unter Wasser bedient. Von dem Herrn Bau-Inspector *Zimmermann* zu Lippstadt. . . . . Seite 1
2. Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Academie zu Berlin über Strafsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau. Vom Herrn Dr. *Dietlein.* (Die Fortsetzung im dritten Hefte.) . . . . — 33
3. Über die gebohrten oder Artesischen Brunnen. Von Herrn *Boquillon.* (Aus dem *Industriel, Vol. VII. Octobre* 1829. *No.* 6.) . . . . . . — 88
4. Einige Nachrichten von den gebohrten und überlaufenden Brunnen bei dem Königlichen Gestüte zu Trakehnen in Litthauen. . . . . . — 104
5. Beschreibung einer neuen Art der Bedeckung flacher Dächer. Vom Herrn Architecten *E. Pötzsch* zu Leipzig. . . . . — 107
6. Über Anwendung des Trafs-Bétons zur Fundamentirung der Gebäude. Von dem Herrn Hof-Bau-Inspector *Braun* zu Berlin. . . . . . . — 112
7. Einfaches Gerüst. Von dem Herrn *J. Senff,* c. ph. zu Berlin. . . . . — 118
8. Die Säulen der Isaaks-Kirche zu St. Petersburg. Von Demselben. — 120
9. S. Ware's Project zum Tunnel in London. Aus dem Englischen übersetzt vom Königl. Land- und Wegebaumeister Herrn *F. L. Simon* zu Wetzlar. . . . . — 123

Zweites Heft.

10. Anweisung zur Verfertigung der Artesischen Brunnen. (Aus der zweiten Auflage der gekrönten Preisschrift des Hrn. F. Garnier gezogen.) Vom Hrn. Dr. *Dietlein,* Lehrer an der Königl. Bau-Academie zu Berlin. — 131
11. Über schwache Stellen in Gebäuden. Vom Hauptmann im Königl. Ingenieur-Corps und Festungs-Bau-Director Herrn *Wittig* zu Colberg. . — 204
12. Etwas über enge Schornsteinröhren. Von dem Herrn Bau-Inspector *Schultz* zu Halle. . . . . — 222
13. Über die Entstehung und Bedeutung der architectonischen Formen der Griechen. Von dem Herrn Bau-Inspector *Rosenthal* zu Magdeburg. (Die Fortsetzung im nächsten Hefte) . . . . — 232

Drittes Heft.

14. Anleitung zur Kenntnifs der wichtigsten natürlichen Bausteine und ihrer Anwendung, für Architecten die früher keinen Unterricht in der Mineralogie genossen haben. Von Herrn *K. F. Klöden,* Director der Berlinischen Gewerbschule. (Die Fortsetzung im nächsten Hefte.) . . . . — 243

15. Über die Entstehung und Bedeutung der architectonischen Formen der Griechen. Von dem Herrn Bau-Inspector *Rosenthal* zu Magdeburg. (Schlufs des Aufsatzes No. 13. im vorigen Hefte.) . . . . Seite 276
16. Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Academie zu Berlin über Strafsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau. Von Herrn Dr. *Dietlein*. (Fortsetzung von No. 2. Band 3. Heft 1.) — 327
17. Bemerkungen über die Theorie des Mörtels, und der Kalk-Cemente. Vom Herrn *Vicat*, Ingenieur en chef des ponts et chaussées. (Aus dem *Journal du génie civil etc.* Mai 1829.) . . . . — 359

Viertes Heft.

18. Bemerkungen über das Tragvermögen der Bögen aus eichenen Bohlen und über ihre Anwendung zu Brücken, nach Versuchen. Von dem Herrn Bau-Inspector *Zimmermann* zu Lippstadt. . . . . — 367
19. Anleitung zur Kenntnifs der wichtigsten natürlichen Bausteine und ihrer Anwendung, für Architecten die früher keinen Unterricht in der Mineralogie genossen haben. Von Herrn *K. F. Klöden*, Director der Berlinischen Gewerbschule. (Fortsetzung des Aufsatzes No. 14. im vorigen Heft.) — 396
20. Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Academie zu Berlin über Strafsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau. (Fortsetzung von No. 2. Band 3. Heft 1. und No. 16. Band 3. Heft 3.) Von Herrn Dr. *Dietlein* zu Berlin. . . . . — 420
21. Bericht der Herren Prony, Fresnel und Navier, als Commissarien, über das von Herrn Urbin-Sartoris der Academie der Wissenschaften (zu Paris) vorgelegte neue System von Verdämmungen und Schützungen zur Erleichterung der Flufs-Schiffahrt. (Aus dem *Journal du génie civil*, 2ter Band S. 147. December 1828.) Mit einer zusätzlichen Bemerkung des Herausgebers. . . . . — 465
22. Bemerkungen über die Dauer und Festigkeit des in England erfundenen sogenannten Roman-Cement. Nebst Nachrichten von einigen andern Cementen. Von dem Herrn Baurath *Krahmer* zu Berlin. . . . . . — 476
23. Beitrag zu dem Aufsatze über Fundamente aus Bruchsteinen ohne Mörtel im ersten Hefte zweiten Bandes S. 23. des gegenwärtigen Journals. Vom Herrn Ober-Landbaumeister *Hollenberg* zu Osnabrück. . . . . — 484
24. Einige Nachrichten von Büchern. . . . . — 486

1.

Einige Bemerkungen über die Festigkeit, Mischungs-Verhältnisse und Zubereitung des Bétons, oder des Mauerwerkes aus klein geschlagenen, mit Mörtel untermengten Steinen, dessen man sich zuweilen, um Fangdämme und Wasserschöpfen zu sparen, zur Fundamentirung von Bauwerken unter Wasser bedient.

(Von dem Herrn Bau-Inspector *Zimmermann* zu Lippstadt.)

Von dieser den Hydrotecten, ihrer Anwendung und Zubereitung nach, aus Beispielen und Anleitungen vielfach bekannten Mauerwerks-Breccie, für welche noch eine kurz gefaſste deutsche Benennung zu wünschen wäre, verlangt man, daſs sie in vielen Fällen die Stelle einer soliden Unterstützung gewichtiger Mauerwerks-Massen oder anderer Belastungen vertrete, und da man von den Fundamenten eines Bauwerkes die vorzüglichste Sicherheit verlangt, die oberen wasserfreien Mauerschichten, zu deren Aufführung im regelrechten Steinverbande die gröſste Sorgfalt und der beste Mörtel verwendet wird, an Festigkeit eher übertreffe als ihnen nachstehe.

Dieses Erforderniſs veranlaſst die Frage, ob der Béton, wie er gewöhnlich ist, solche Eigenschaften auch wirklich besitze, und welche allgemeine Vorschrift zu seiner Zubereitung Statt finde.

Man nimmt dazu bekanntlich Bruchstücke von Steinen aller Art, zerschlagene Kiesel und Geschiebe, groben Kiessand oder Grand, Ziegel-Bruchstücke und dergleichen, letztere, so wie die Steinstücke, von der Gröſse einer welschen Nuſs, bis zur Gröſse der geballten Faust. Diese Gemengtheile, bei welchen bald die einen bald die andern nach ihrer Quantität vorherrschend sind, werden mit einer Mörtel-Mischung verbunden, die aus Puzzolane, Traſs, Ziegelmehl, oder aus einem anderen künstlichen Cemente, ferner aus Mauersand, ungelöschtem Kalk in Stücken, oder auch gelöschtem Kalk in breiartigem Zustande, zusammengesetzt ist. Die Mörtel-Ingredienzen werden zwar, ehe man die Steine hinzuthut, mit

Schaufeln, Kalkhakken und anderen Werkzeugen durchgearbeitet, doch nicht in dem Maafse, wie es bei dem eigentlichen Mörtel zu einem gewöhnlichen guten Mauerwerke, der aus denselben Bestandtheilen bereitet wird, geschiehet oder geschehen kann, besonders wenn sehr kräftige Cemente nach richtigen Mischungs-Verhältnissen, wobei der Kalkbrei in nicht gar grofser Quantität beigemengt werden darf, genommen werden, weil dabei der Gebrauch der Kalkhakken und Spaten nicht ausreicht, sondern eine viel gröfsere Anstrengung und auch andere Instrumente erforderlich sind. Hierauf werden die Ziegel-Bruchstücke, zerschlagenen Steine oder Bruchstein-Abgänge u. s. w. nach und nach hinzugethan und von Neuem mit dem Mörtel durchgearbeitet.

Die wiederholte Bearbeitung des mit den Steinen vermengten Mörtels trägt nun allerdings dazu bei, den Mangel der frühern, nicht genugsamen Bearbeitung desselben zu vermindern; indessen ist doch immer und mit Recht zu besorgen, dafs die zweite Bearbeitung nicht vollkommen eben so gelingen werde, als wenn der Mörtel ganz für sich, so sorgfältig wie es sonst zum Mauerwerke erforderlich, bereitet würde.

Das nunmehr bis zum Versenken fertige Mauerwerk ist mithin völlig dem Mauerwerke von rauhen Steinen oder Bruchsteinen vergleichbar, nur dafs letztere kleiner als gewöhnlich sind, und es läfst sich dieselbe Bedingung wie bei einem zuverlässigen Bruchstein-Mauerwerke aufstellen, dafs seine Fugen und Zwischenräume mit Mörtel ganz ausgefüllt sein müssen.

Nimmt man zum Béton mehr Mörtel als nöthig, so wird derselbe offenbar verschwendet, indessen möchte Letzteres noch viel eher zu entschuldigen sein, als eine zu geringe Quantität Mörtel, welche nothwendig leere Räume im Mauerwerke lassen mufs, demselben Zusammenhang und Dichtigkeit raubt, die Festigkeit vermindert und gefährlich ist, wenn Brücken-Pfeiler oder ganze Schleusen auf eine Unterlage von Béton aufgeführt werden sollen, wie es in Frankreich häufig geschieht, da der Durchflufs des Wassers durch das poröse Mauerwerk dasselbe unterspühlen und die nachtheiligsten Ereignisse hervorbringen kann.

Die Festigkeit eines mit Mörtel gehörig gesättigten Bétons ist dagegen überaus bedeutend, wie aus dem Folgenden erhellen wird.

Nach einer grofsen Menge, fast gleichzeitig mit denen des französischen Ingenieur Vicat begonnener Versuche über die Festigkeit des Mörtels und Mauerwerkes, deren Bekanntmachung ich mehrerer Mufse vor-

behalten muſs, bin ich zu der Überzeugung gelangt, daſs die Ermittelung der Festigkeit, welche der Mörtel in sich hat, zu der der Festigkeit des Mauerwerkes selbst nicht zureicht, sondern daſs letztere vielmehr abhängig ist von dem Zusammenhange des Mörtels mit den Bausteinen.

Einstimmige Ergebnisse von Versuchen beweisen nemlich, daſs die vorzüglichsten, aus den besseren Cementen und Kalk-Arten bereiteten, nicht über $\frac{1}{4}$ Jahr alten Mörtel, mit welchen zwei Steine verbunden sind, wenn man dieselben mittelst angehängter Gewichte trennt, nie in sich zerrissen, sondern jederzeit von der einen Steinfläche und aus allen Vertiefungen, Löchern und Unebenheiten derselben losgerissen werden, so daſs diese Steinfläche mit allen ihren Unebenheiten völlig wie frisch oder abgewaschen hervorkommt und keine Spur von Mörtel behält. Zuweilen ereignete es sich aber auch, daſs die äuſsere Rinde oder Schaale des Steines, oder der Mantel desselben, besonders bei den Mauerziegeln, wenn auch nicht ganz, doch theilweise abgeblättert wurde und als ein Abdruck auf der Mörtelfläche haften blieb. Bei minder rauhen und unebenen Steinen war das zum Trennen derselben erforderliche Gewicht jederzeit verhältniſsmäſsig geringer, bei ganz alten Steinflächen öfters gar kein Zusammenhang bemerklich; unter sonst gleichen Umständen aber war ein um so gröſseres Gewicht zum Trennen nöthig, je unebener und rauher die Steinfläche war. Ferner wurde die Erfahrung gemacht, daſs geringere und schlechte Mörtel-Arten mit den Steinen fester als in sich selbst zusammenhingen, und beim Zertrennen in sich zerrissen; daſs der gute Mörtel, mit solchen Stein-Arten deren Bestandtheile mit denen des Mörtels analog oder chemisch verwandt waren, zwar fester zusammenhing, aber dennoch vom Steine losgerissen wurde, und endlich, daſs bessere Mörtel-Arten, bei gröſsester Rauhigkeit der Steinflächen und chemischer Verwandtschaft der Bestandtheile der Steine und des Mörtels in sich, dennoch bei weitem in sich stärker zusammenhingen als mit den Steinen, so daſs mit besonderer Rücksicht auf Ziegel-Mauerwerk und unter Voraussetzung gemischter Mauerziegel von theils ebener theils rauher Oberfläche, nur der vierte, höchstens der dritte Theil der absoluten Festigkeit des Mörtels oder seines Widerstandes gegen das Zerreiſsen in Rechnung gebracht werden darf, wenn man bei Berechnung der Mauerdicke die Festigkeit des Mörtels in Betracht ziehen will. Bei den chemisch nahe verwandten Bestandtheilen des Mörtels aus Ziegelmehl und der Ziegel, darf aber den

Versuchen zufolge, Ein Drittheil des Zusammenhanges des Mörtels für den Zusammenhang des Ziegel-Mauerwerks unbedenklich angenommen werden, vorausgesetzt daſs das Ziegelmehl aus gehörig fest und gar gebrannten Ziegeln von rother Farbe bereitet ist. Auch meine Versuche stimmen mit denen Vicat's darin überein, daſs die Anwendung durch das Feuer verglaster oder nicht völlig gar gebrannter Ziegel sehr nachtheilig ist.

Der Ziegelmehl-Mörtel würde sich daher nicht so wohl zum Ziegel-Mauerwerke selbst, als auch zu dem aus Ziegel-Bruchstücken zu bereitenden Béton vorzüglich eignen. Bei schlechteren Mörtel-Arten ist, den Versuchen zufolge, der freilich nur geringe Zusammenhang des Mörtels selbst, für den Zusammenhang des Mauerwerkes anzunehmen, da dieser Mörtel nur in sich zerreiſst, und es ist merkwürdig, daſs durch diesen Umstand seine sonstige geringe Tauglichkeit einigermaſsen compensirt wird.

Hieraus folgere ich nun, daſs der Zusammenhang des Mauerwerkes hauptsächlich abhängig ist:

1) Von der Güte des Mörtels und der Bausteine im Allgemeinen.

2) Von der stärkeren oder wenigeren Rauhigkeit und Unebenheit der Oberfläche der Steine und der daraus entstehenden Vergröſserung der letzteren, wenn man sie mit einer Projections-Ebene von der Länge und Breite des Steines vergleicht. Ein Mauerziegel also, der z. B., nach Länge und Breite gemessen, in einer seiner Oberflächen etwa 40 Quadrat-Zoll enthält, muſs, wenn die Fläche so rauh und uneben ist, daſs die wahre Oberfläche zwei bis dreimal mehr beträgt als die Projection, oder der bloſs aus Länge und Breite gesuchte Flächen-Inhalt, auch zwei bis drei mal mehr Zusammenhang mit dem Mörtel haben wie ein vollkommen ebener Ziegel, der nur 40 Quadrat-Zoll Oberfläche enthält, weil auf der Fläche von 80 oder 120 Quadrat-Zoll die Zahl der Berührungs-Puncte mit dem Mörtel um das Zwei- oder Dreifache gröſser ist. Bei den statischen Berechnungen der Festigkeit der Mauern, wo man nur den ebenen Querschnitt betrachtet, ist die Berücksichtigung dieses Umstandes wichtig.

3) Von der Festigkeit des Steinmantels oder der Stein-Oberfläche. Äuſserlich verwitterte oder leicht abblätternde Steine, wie zuweilen die Ziegel, geben daher ein weniger festes Mauerwerk, als völlig gesunde Steine mit fester Oberfläche.

4) Endlich von der chemischen Verwandtschaft der Bestandtheile der Steine und des Mörtels.

Wenn man sich nun die Mühe geben wollte, die wirkliche Oberfläche eines ungefähr wagerecht abgeglichenen Steinhaufens gegen den Béton genau auszumitteln und alle sichtbaren Seitenflächen der vorstehenden und zurücktretenden einzelnen Steine auszumessen, so würde man finden, dafs diese aus so vielfachen Erhabenheiten und Vertiefungen bestehende Oberfläche, oder der Mantel aller dieser kleinen Steine, zusammen genommen wenigstens Sechsmal so grofs ist, als die wagerecht abgeglichene Oberfläche einer Ziegelmauer von gleicher Länge und Breite wie die des Steinhaufens aus vermischten rauhen und ebenen Ziegeln bestehend; und da nun beim Zerreifsen des Bétons jeder einzelne Stein vom Mörtel getrennt werden mufs, so würde der Zusammenhang des Bétons auch Sechsmal so grofs sein müssen, als der des vorhergedachten Ziegel-Mauerwerkes, um so mehr, wenn man bedenkt, dafs, da schon beim Trennen der wagerecht abgeglichenen Ziegelmauer nicht blofs die Steine vom Mörtel losgerissen, sondern auch die verticalen Mörtelfugen oder die Stofsfugen selbst zerrissen werden müssen, wobei der gröfsere Werth der absoluten Festigkeit, welche der Mörtel in sich hat, in Anrechnung kommt, dieser Einflufs bei dem Gewebe so vieler verticalen Fugen, welche die kleineren Steine unter sich bilden, noch um sehr viel bedentender sein müsse.

Natürlich kann aber nur die Festigkeit, welche der Mörtel in sich hat, dabei mit Sicherheit berücksichtiget werden, und da der Zusammenhang des gewöhnlichen Ziegel-Mauerwerkes etwa nur zum vierten Theile jener Festigkeit anzunehmen ist, so wird die absolute Festigkeit des Bétons dagegen wenigstens eben so grofs sein, als die des Mörtels.

Die rückwirkende Festigkeit des Bétons, oder sein Tragvermögen bis zum Zerdrücken, müfste aber nach den gewöhnlichen Voraussetzungen wenigstens das Doppelte der absoluten Festigkeit betragen, und würde also zweifach gröfser sein als die des Mörtels.

Wenn nun, wie in dem weiterhin angeführten Beispiele, der Béton blofs aus Ziegel-Bruchstücken in Trafsmörtel verfertigt wird, so erlangt der unter Wasser erhärtete Trafsmörtel, den Versuchen zufolge, schon in 8 Wochen eine absolute Festigkeit von 70 Pfund auf den Rheinländischen Quadrat-Zoll, oder von 10080 Pfund auf den Quadrat-Fufs, nach Verlauf eines Jahres aber von über 150 Pfund auf den Quadrat-Zoll, oder gegen

22000 Pfund auf den Quadrat-Fuſs. Die rückwirkende Festigkeit des Bétons würde also in Jahresfrist an 44000 Pfund auf den Quadrat-Fuſs betragen. Daſs diese rückwirkende Festigkeit des Bétons viel gröſser sein werde als sein Widerstand gegen das Zerreiſsen, erhellet schon daraus, daſs auf den Steinschüttungen am Meere, wozu gar kein Mörtel gebraucht wird, Castelle, Batterien und andere schwer lastende Bauwerke mit Sicherheit aufgeführt werden.

Indessen ist es gar nicht nöthig, sie so groſs anzunehmen, und es wird in den mehrsten Fällen schon ausreichen, wenn man ihren Werth nur dem der absoluten Festigkeit eines so guten Mörtels wie der vorerwähnte gleichstellt, was gewiſs nur eine sehr billige Voraussetzung ist; denn da ein solcher Mörtel schon binnen 8 Wochen eine absolute Festigkeit von 10080 Pfund, in einem Jahre aber von 22000 Pfund auf den Quadratfuſs besitzt, so wird man, angenommen daſs der Cubik-Fuſs Bruchstein-Mauerwerk 160 Pfund wiegt, schon in 8 Wochen auf jeden Quadrat-Fuſs Oberfläche des Bétons, letztere bloſs nach Länge und Breite gemessen, einen Pfeiler von Mauerwerk 63 Fuſs hoch aufführen und ihn nach Verlauf eines Jahres bis zu 138 Fuſs unbedenklich erhöhen dürfen.

Die Nützlichkeit und Zweckmäſsigkeit des Bétons bei schwierigen Fundamentirungen, welche ohne Fangedämme und Ausschöpfung, oder nicht in Senkkasten ausgeführt werden sollen, ist mithin in die Augen fallend, unter der Voraussetzung, daſs der Baugrund sicher und gegen Unterspühlung geschützt sei. In Frankreich wird daher auch von dem Béton sehr vielfach, jedoch, wie es scheint, mit fast zu groſser Kühnheit Gebrauch gemacht. Die steinernen Schleusen auf dem von Hageau projectirten und theilweise ausgeführten Verbindungs-Canale zwischen dem Rhein und der Maas, dem sogenannten Nord-Canale, sollten z. B. auf einer Béton-Unterlage von nur 85 Centimeter oder etwa 2 Fuſs $8\frac{1}{2}$ Zoll dick errichtet werden, welches fast zu geringe scheinen möchte, wenn man berücksichtigt, daſs das Gewicht der Schleusenmauern auf einem weichen, des Eindrucks fähigen Baugrunde, wie an einem Hebel wirkt und die geringere respective Festigkeit des Bétons in Anspruch nimmt; indessen wird in dem Anschlage von den am Nord-Canale auszuführenden Werken bemerkt, daſs, in Folge von Untersuchungen, die Fundamentirung auf Thon, Sand oder Grand geschehen werde.

Der Herr General-Inspector Hageau macht über den Béton folgende Bemerkungen.

„Es sei bei der Fundamentirung von Wasserbauwerken nichts Besseres als der Béton anzuwenden, da hölzerne Rostwerke stets mit der Zeit vergänglich wären (welches, wenn man Nadelholz nimmt, wohl seine Richtigkeit hat). Der Béton könne auch zu Fundamenten auf beweglichem Sande oder solchem Grunde, der vom Wasser durchdrungen ist, dienen. Bei morastigem oder flüssigem Erdreiche solle man, nachdem der Morast hinreichend tief ausgegraben worden, den Boden dadurch befestigen, daſs man groſse Kiesel, platte Bruchsteine, oder selbst ganze Ziegel hinein werfe, welche mit der Handramme gerammt und hierauf abgeglichen würden. Nachdem man zuvor ungelöschten Kalk an denjenigen Orten hineingeworfen, wo etwa Quellen bemerkt werden, könne man die erste Bétonschicht darüber bringen. Oder man könne auch einen solchen morastigen Grund mit einer doppelten Reihe Pfähle, durch Spundbohlen vereinigt, umgeben und den inneren Raum mit Thon oder guter Erde ausfüllen. Ein stehender Rost von Grundpfählen unter dem Bauwerke tauge aber durchaus nichts; neuere Baumeister bedienten sich dessen gar nicht mehr, auch müſsten die zur Verhinderung der Ausspühlung u. s. w. nöthig erachteten Pfahlwerke und Spundwände aufserhalb und nicht unter dem Fundamente stehen, wie es auch in dem Entwurfe der Baue beachtet sei."

Sollte die Gründung eines Brückenpfeilers, einer Stirnmauer, einer Futtermauer oder eines andern Bauwerkes mit Béton geschehen, so würde ich immer rathsam finden, den ganzen Raum, welchen die Mauer einnimmt, mit einer Spundwand zu umgeben. Sie würde bis zum niedrigsten Wasserstande, oder so tief als man sonst damit gelangen kann, hinabreichen, vorläufig aber noch einige Fuſse über dem gewöhnlichen Wasserstande bleiben müssen, um unter ihrem Schutze zuvor den bereits untersuchten und zum Tragen der Belastung hinreichend sicher befundenen Felsen-, Thon-, Grand- oder dichten Sandgrund in seiner Oberfläche von Schlamm, Schlick, Morast oder altem Holzwerk und Steinen durch Bagger und andere Instrumente reinigen zu können. Hierauf würde die bis zur nöthigen Tiefe weiter eingetriebene Spundwand, einige Fuſs unter dem niedrigsten Wasserspiegel, um ihre Vergänglichkeit zu verhindern, abgeschnitten werden müssen, wobei jedoch einige Pfähle oder Bohlen, welche beim Einrammen ausgespart, späterhin aber ebenfalls so tief wie die Spund-

wand abgeschnitten würden, über dem Wasserspiegel stehen blieben, damit außerhalb vor denselben leichte, aus Brettern zusammengesetzte Tafeln angenagelt oder sonst befestigt werden könnten, deren Zweck es wäre, den zu starken Einfluſs der Strömung in der Oberfläche des Wassers zu verhindern, welche die Versenkung des Bétons etwa erschweren könnte. Hierauf würde der innere Raum zwischen den Spundwänden, bis etwa 2 Fuſs unter dem niedrigsten Wasser, oder so tief als die Spundwand abgeschnitten worden, mit Béton, langsam, in wagerechten, nicht über 9 bis 12 Zoll dicken Schichten angefüllt, und die letzte Schicht am äuſsern Rande der Mauer so sorgfältig als möglich abgeglichen, damit hier gleich die erste, 2 Fuſs hohe Werksteinschicht, wenn die Mauer damit verkleidet werden soll, oder eine gleich hohe Schicht von dazu vorher geformten, mit Mörtel bereits verbundenen und unter Wasser erhärteten Mauerwerks-Körpern, wenn die Mauer bloſs von Bruchsteinen oder Ziegeln aufgeführt werden soll, versetzt werden könne, hinter welcher dann die Bétonmauer bis zum niedrigsten Wasserspiegel weiter angeschüttet würde, die man nun auf beliebige Weise über Wasser weiter fortbauen könnte. Hierdurch würde der in der Auſsenfläche sonst sichtbar bleibende Béton-Streifen zwischen dem obern Rande der Spundwand und der verkleideten Mauer verdeckt werden, dessen Rauhigkeit sonst nachtheilig sein könnte.

Auf schlammigem, morastigen Grunde würde ich doch nicht wagen, nach dem Vorschlage des Herrn Hageau einen Bau auf Béton zu gründen, sondern einen Pfahlrost oder Senkkästen vorziehen.

Man darf völlig unbesorgt sein, daſs der Béton die Spundwände auseinander- oder überdrängen werde. Wenn die Versenkung nicht übereilt und nicht binnen wenigen Tagen zur vollen Höhe gebracht wird, so ist zu der Befürchtung kein Grund vorhanden.

Allerdings würden bloſse Steinschüttungen ohne Mörtel auf diese Seitenwände nachtheilig wirken; indessen haben erstere gar keine absolute Festigkeit, während die des Bétons schon in wenigen Tagen sehr groſs ist, so daſs er zu seiner Standfähigkeit gar keiner Böschung bedarf, lothrecht aufgeschüttet werden kann und keinen Druck verursacht. Der in dem folgenden Beispiele angeführte Traſsmörtel hatte unter Wasser in 10 Tagen schon eine absolute Festigkeit von 648 Pfund, in 23 Tagen von 4148 Pfund, in 33 Tagen von 5292 Pfund, in 42 Tagen von 7468 Pfund, und nach Verlauf von 54 Tagen von 10080 Pfund auf den Quadrat-Fuſs

erlangt. Zur fast überflüssigen Sicherheit können aber vorläufig, und bis zu einiger Erhärtung des Bétons, auch die einzelnen, einstweilig über Wasser stehen gebliebenen Spundpfähle oder Spundbohlen durch Zangen verbunden und zur Rüstung bei der Béton-Schüttung benutzt werden.

Zur Zubereitung des Bétons erlaube ich mir nach meiner besten Überzeugung folgende Vorschläge zu machen.

Man nehme zu demselben ausschliefslich, wo es nur irgend thunlich ist, zerschlagene Mauerziegel, (nicht Dachziegel, weil dieselben wegen der sorgsamen Schlemmung der Ziegel-Erde in der Regel eine geringere Menge der erforderlichen Kiesel-Erde und glättere Flächen haben), oder auch Ziegelbruchstücke vom Abfalle bei der Maurer-Arbeit, jedoch nicht Ziegelschutt aus Gebäuden, woran noch alter Mörtel befindlich.

Die Ziegel, welche bis zu der Gröfse eines Eies, höchstens bis zur Hälfte der Gröfse eines sogenannten Quartierstückes zerschlagen werden, eignen sich zum Béton darum vorzugsweise, weil ihr Materialwerth, besonders wenn man sie aus Feldziegeleien nimmt, nur gering ist, weil ihre Bestandtheile mit denen der besten Cemente nahe übereinkommen, weil sie zerschlagen vieleckige Körper mit rauhen Flächen geben, weil sie porös und vorzüglich trocken sind, so dafs sie die Feuchtigkeit des Mörtels leicht an sich ziehen und den Béton um so schneller erstarren machen, weil die Kosten des Zerschlagens nur geringe sind, und weil ihre rückwirkende Festigkeit ganz ausreichend ist, selbst wenn man nur mittelmäfsig harte Ziegel nimmt. Bei der Vergleichung der von Perronet, Sufflot und Gauthey angestellten Versuche über den Widerstand mehrerer Stein-Arten gegen das Zerdrücken, findet man, dafs die Last, welche ein Quadrat-Fufs guter Ziegel zu tragen vermag, an 2900 Centner beträgt, während andere Bruchstein-Arten viel weniger, eine gewisse Sandstein-Art sogar nur 53 Centner trägt. Nach meinen eigenen Versuchen ist die absolute Festigkeit eines unausgesuchten Ziegels aus einem Feldbrande, wie sie zur Aufsenfläche der Mauern an den Schleusen auf der Lippe genommen sind, für den Quadrat-Zoll 289 Pfund, die eines Holländischen, Goudaschen Klinkers 257 Pfund, von mittelmäfsig harten Ziegeln aber nur 160 bis 180 Pfund. Da nun die rückwirkende Festigkeit gröfser ist als die absolute, so werden auch mittelmäfsig harte Ziegel um so eher mit Sicherheit angewendet werden können, da der Béton, wie oben angezeigt, schon sehr bedeutende Lasten zu tragen im Stande ist, wenn sein Widerstand gegen

das Zerdrücken nur zu 150 Pfund auf den Quadrat-Zoll angenommen wird. Nur vermeide man sorgfältig ungare Ziegel, die sich im Wasser auflösen, oder im Feuer verglasete, oder mit einer Glasur überzogene Backsteine, welche letztere, Versuchen zufolge, zum Mauerwerke nicht taugen und höchst schädlich sind.

Ziegel gewähren noch überhaupt den Vortheil, dafs sie fast überall zu haben sind, und beim Béton, nicht wie bei dem sonstigen Ziegelmauerwerke, Bruch und Verlust entsteht, da Alles gebraucht werden kann.

Die zerschlagenen Steine müssen durch ein Sieb (eine sogenannte Harfe) geworfen, und nur die vor derselben liegenbleibenden benutzt werden. Die kleineren durch das Sieb fallenden Stücke kann man zerklopfen, und wie das entstehende Ziegelmehl, welches mit den Steinen nicht vermengt werden darf, weil es den Mörtel zu mager machen würde, entweder zum abgesondert zubereiteten Mörtel des Bétons selbst, oder zu anderen Mauer-Arbeiten benutzen.

Nur bei dem gänzlichen Mangel an Mauerziegeln würde ich es zulässlich finden, auch andere Stein-Arten zu nehmen, deren Bestandtheile mit denen der Cemente chemische Verwandtschaft haben, und die hinreichend hart sind, z. B. Tufstein, Thonstein, Porphyr, wenn darin nicht zu viele Feldspath-Crystalle mit glatten Flächen befindlich sind: die Grauwakken, sobald sie ein gehöriges thoniges Verbandmittel und nicht zu viele Glimmerblättchen enthalten; allenfalls auch thonhaltigen Sandstein. Indessen ist die Festigkeit dieser Stein-Arten gewöhnlich geringer als die guter Ziegel, und ihr Gebrauch zu widerrathen, wenn sie nur irgend zu vermeiden sind.

Gebirgsarten, welche vorzüglich aus Quarz, Glimmer, Feldspath und Hornblende bestehen, die Quarzgeschiebe selbst, und die Geschiebe von Granit, Glimmerschiefer, Gneis, Grünstein u. s. w. würde ich, wegen der glatten Flächen ihres Gefüges und der darin befindlichen Crystalle, so wie wegen der geringen Affinität ihrer Bestandtheile mit denen des Mörtels, ganz zu vermeiden rathen. Meine Versuche über die Verbindung der Steine mit dem Mörtel bestätigen vom Letztern, was der Herr Professor John schon am Kalke beobachtet hatte, dafs nemlich der Kalk mit den glatten Flächen der in einen Kalkbrei gelegten Crystalle in kürzerer Zeit keine Verbindung eingeht, oder einen Theil der Kiesel-Erde, woraus sie bestehen, auflöset.

Aus diesem Grunde kann auch die Anwendung des Kiesgrandes und des groben scharfkörnigen Sandes nur höchst nachtheilig sein, und es ist, den von mir und an anderen Orten gamachten Versuchen zu Folge, immer angemessener und besser, sich des feinkörnigen, staubartigen, aber von vegetabilischer Erde freien Sandes zum Wasserbau-Mörtel zu bedienen.

Es kann wohl sein, daſs wo nach den Anleitungen zur Verfertigung des Bétons von den vorbezeichneten nachtheiligen Stein-Arten, vom Kiese und groben Fluſssande Gebrauch gemacht worden ist, solche nach Jahren und in längerer Zeit dennoch eine Verbindung mit dem Mörtel und Kalk eingegangen sind und Festigkeit gewährt haben, was ich so wenig in Abrede stellen will, als daſs der Mörtel aus bloſsem Sande und Kalkteig nach vielen Jahren in seiner Festigkeit dem aus dem besten Cemente bereiteten gleichkommen könne; indessen ist es bei jedem Wasserbau-Mörtel doch immer die Haupt-Aufgabe, ihn so zusammenzusetzen, daſs er in der kürzesten Zeit die möglich-gröſseste Festigkeit bekomme, weil zur Aufführung unserer Bauwerke, nicht wie bei denen im Mittelalter, eine Reihe von Jahren vorübergehen darf, und der heutige Baumeister für die Festigkeit seiner in der kürzesten Zeit ausgeführten Bauwerke Bürgschaft leisten und verantwortlich sein soll.

Es werden heutiges Tages groſsartige Wasserbauwerke ausgeführt, Canäle gegraben, massive Schleusen, Brücken und dergleichen erbauet, von welchen man kaum begreift, wie sie so schnell haben entstehen können. Auch hier an der Lippe wurden zwei Schleusen, deren von Ziegeln aufgeführte Mauern nur Drei-Zehntheile der Höhe zur mittleren Dicke haben, etwa 10 Wochen nach dem Anfange ihrer Gründung vollendet, mit gestampfter Erde hinterfüllt und der Schiffahrt eröffnet. Die Schwäche der Mauern und das frische Mauerwerk hätte nothwendig Besorgnisse erregen müssen, wenn man nicht aus Versuchen mit dem Mörtel die sichere Überzeugung gehabt hätte, daſs nichts gewagt werde, und daſs die Mauern, ungeachtet ihres geringen Alters, so schwach sein durften.

Wenn man den Zusammenhang des Mörtels mit den Bausteinen bei der Beurtheilung der Festigkeit einer neu zu erbauenden Mauer und ihrer danach erforderlichen Dicke, um nicht Mauerwerk, Baukosten und Zeit zu verschwenden, wie ganz nothwendig in Rechnung stellen will; so muſs man nach meinem Bedünken die Festigkeit des dazu anzuwendenden Mörtels nicht nach Verlauf von einem oder mehreren Jahren, sondern in viel kürzerer Zeit geprüft

haben, da die Festigkeit, welche der Mörtel nach Jahren erlangt, bei einer Mauer zu nichts mehr helfen kann, die früher, wie es fast immer der Fall ist, einen gewissen Druck zu erleiden hat. Bei meinen Versuchen mit dem Mörtel ist daher die Prüfung des Mörtels überall nach 8 Wochen geschehen, und ich bringe die daraus gefundene Festigkeit unbedenklich in die Rechnung über die Standfähigkeit einer Mauer, weil wohl immer billig vorausgesetzt werden kann, dafs die Mauer nur selten früher dem Drucke ausgesetzt werden darf, um so mehr, da sie unterhalb gewöhnlich dicker ist als oben, daher auch beispielsweise gegen eine Futtermauer, selbst wenn sie noch jünger ist, unbedenklich schon Erde geschüttet werden darf. Ich habe mich jedoch auch überzeugt, dafs der Mörtel, welcher schon nach 8 Wochen so gut war, auch nach Verlauf von einem Jahre der bessere sei, und anderen, damals weicheren Mörtel-Arten weit voranstehe.

Man könnte einwenden, dafs es nothwendig sei, eine Mauer vor ihrem Gebrauch gehörig austrocknen zu lassen. Bei Landbauten ist die Erhärtung und Versteinerung des Mörtels, den Versuchen zu Folge, etwas ganz Anderes, als bei den Mauerwerken unter Wasser, und auch sehr nöthig und nützlich; die Austrocknung der Wassermauern, und solcher Mauern die mit feuchter Erde hinterfüllt werden, ist dagegen eher schädlich als nützlich, weil das Wasser und die Feuchtigkeit das eigentliche Element des Wassermörtels sind, welcher bei dem Austrocknen an Güte verliert. Eben so wenig hat man bei dem Gebrauche eines guten Mörtels das sogenannte Setzen des Mauerwerkes zu besorgen, was nur bei den schlechteren Sandmörteln Statt finden kann. Ein Mauerwerk von so gutem Mörtel, wie bei den Schleusen an der Lippe, setzt sich nach den sorgfältigsten Beobachtungen nie. Es könnte nur geschehen, wenn das Mauerwerk mit übertriebener Eilfertigkeit aufgeführt würde, die niemals zu loben ist.

Der Béton, der die Stelle des Fundament-Mauerwerks vertreten und entweder gänzlich unter Wasser, oder doch auf feuchtem Grunde erhärten soll, erfordert daher einen ausgewählten vorzüglichen Mörtel, und einen kräftigen Cement zu letzterem.

Der französische Ingenieur Vicat, der verdienstliche Erfinder des künstlich bereiteten sogenannten hydraulischen Kalkes, ist zwar, eben wie seine Anhänger, der Meinung, dafs der Mörtel aus diesem Kalke und blofsem Sande Cemente ersetze, und hat aus seinen Versuchen über die Festigkeit des Mörtels, welcher ersterer Ein Jahr und darüber alt war, Zeug-

nisse und Belege der Trefflichkeit und Anwendbarkeit seiner Erfindung, die auch schon an vielen anderen Orten benutzt wird, aufgestellt. Dagegen ist der französische Ingenieur-General Treussant mit der Behauptung aufgetreten, dafs der hydraulische Kalk die Cemente nicht entbehrlich mache, und dafs der aus letzteren bereitete Mörtel vorzüglicher sei. Die Debatten darüber, so wie über andere Eigenschaften der Mörtel- und Kalk-Arten, werden noch lebhaft fortgesetzt, besonders zeigt sich ein Schüler Vicats, der Oberst Raucourt de Charleville, Ingenieur beim Brücken- und Strafsenbau, der auch in Rufsland viele Versuche mit dortigen Kalk-Arten gemacht hat, dabei thätig.

Es ist hier nicht der Ort, eine aus meinen eigenen Versuchen gefolgerte Meinung über diesen Gegenstand ausführlich mitzutheilen: doch bin ich durch ihre Resultate genöthigt, dem Urtheile des Herrn General Treussant in so fern beizupflichten, als von der Festigkeit des Mörtels, welche er in 8 bis 10 Wochen unter Wasser erlangt, die Rede ist.

Ich habe nemlich gefunden, dafs ein blofs aus feinkörnigem Sande und Kalkbrei, nach dem richtigsten Mischungs-Verhältnisse von 1 Theil Sand und 0,4 Theilen Kalkbrei bereiteter Mörtel, der gegen Acht Wochen lang unter Wasser aufbewahrt wurde, kaum die absolute Festigkeit von 1 Pfund auf den Quadrat-Zoll erlangt hatte, obgleich dabei zwei verschiedene Arten eines natürlichen, sehr hydraulischen Kalkes, ein mittelmäfsiger, von Natur hydraulischer Kalk und der künstlich bereitete hydraulische Kalk aus der Fabrik der Herren Buschius und Comp. zu Berlin angewendet und versucht wurden; der Sandmörtel, aus gemeinem, sehr fetten Kalk, war noch in demselben völlig breiartigen Zustande in welchem er zubereitet worden. Nach Verlauf von 11 Wochen und einigen Tagen hatte jedoch die Erhärtung des Sandmörtels aus dem Buschiusschen hydraulischen Kalke so bedeutend zugenommen, dafs sein Widerstand gegen das Zerreifsen schon 12 Pfund auf den Quadrat-Zoll betrug.

Da nun die weiter unten folgenden Versuche über einige aus den besseren Cementen zubereiteten Mörtel-Arten, für den Zeitraum von 8 Wochen, ein ganz anderes, viel bedeutenderes Resultat ergaben, so scheint es mir immer angemessener und sicherer, solche zum Béton vorzuziehen, wenn man dessen Erhärtung nicht Jahre lang abwarten kann und will.

Diese Cemente sind mit besonderer Berücksichtigung unserer Gegenden folgende.

1. Der Trafs, der in der Nähe von Coblenz und Andernach als Tufstein bricht, und dort in Stampfmühlen staubartig zerstoßen und gesiebt wird. Nach meinen Versuchen wird seine Wirksamkeit von keinem anderen Cement übertroffen. Der Preis des Trasses ist bis Lippstadt, auf der nunmehr bis dahin schiffbaren Lippe transportirt, nur 14 bis 15 Silbergroschen für den Preufsischen Scheffel, welcher durchschnittlich 1 Centner wiegt. Käme die allgemein ersehnte Verbindung der Lippe mit der Weser durch eine Eisenbahn zu Stande, so würde der Preis bald sehr niedrig werden, und den des über Bremen aus Holland bezogenen Trasses auf die Hälfte herunter drücken. Zu Bremen wird nemlich das Fafs Trafs, von 13 Vierteln oder circa $4\frac{2}{3}$ Preufsischen Scheffeln, noch immer mit 6 bis 7 Thaler Gold, und in Auctionen mit 5 Thaler Gold bezahlt.

2. Der sogenannte wilde Trafs oder Tau, eine vulcanische, mit vielem Bimstein gemengte Asche, welche sich eben daselbst frei auf der Oberfläche der Gehänge des Rheines, besonders bei Brohl unterhalb Andernach findet, und unter sonst völlig gleichen Umständen und bei gleichen Mischungs-Verhältnissen etwa die Hälfte der Wirksamkeit des Trasses besitzt. An Ort und Stelle kostet der wilde Trafs zwar beinahe nichts; der Transportkosten wegen könnte man aber davon in gröfseren Entfernungen und im Vergleiche zu dem ebenfalls nur geringen Material-Werthe des wirklichen Trasses, wohl keinen Gebrauch machen. Er wird in dortiger Gegend als Mauersand, besonders zum Bewurfe und Abputze von Gebäuden benutzt.

3. Der gebrannte Thonschiefer, dessen Bestandtheile denen des Trasses fast gleich sind. Der Thonschiefer mufs durch einen hohen Grad von Hitze, am besten durch Weifsglüh-Hitze, so vollständig calcinirt werden, dafs er in Blättern von goldgelber und bräunlicher Farbe zerspringt. Bei dem weiter unten folgenden Versuche ist dieser hohe Grad der Hitze nicht vollständig erreicht worden, und ich bin überzeugt, dafs, wenn es geschehen wäre, die Festigkeit des daraus bereiteten Mörtels noch gröfser gewesen sein würde. Auch die am Götha-Canale durch Herrn Pasch veranstalteten, im VIII. Bande der Annalen des Schwedischen Eisen-Comptoirs mitgetheilten Versuche mit Mörtel bestätigen die ungemeine Wirksamkeit dieses Cementes. Der Herr Verfasser zieht den Alaunschiefer (?), also eine Abänderung des Thonschiefers, allen anderen von ihm untersuchten Gemengen, worunter auch Trapp, Grünstein und gepulverter Gra-

nit war, vor. Da der Thonschiefer in sehr vielen Gegenden, z. B. im Erzgebirge, im Harze, im Voigtlande, im Thüringer Walde, in Schlesien, Böhmen, im Bambergischen, Bayreuthschen und in der Oberpfalz, in Ungarn, Tyrol, in den Schweizer Alpen u. s. w. sich findet, überhaupt kaum in einem Hauptgebirge fehlt, so würde seine Benutzung zum Mörtel zu empfehlen sein; nur wird es immer schwierig sein, die Calcinirung vollständig, ohne groſse Kosten zu erreichen; man müſste sich dazu geeigneter Öfen bedienen.

4. Die künstlichen, aus einer Mischung von Thon und Kiesel-Erde, mit Zusatz von Eisenoxyd bereiteten und hierauf gebrannten Cemente, unter welchen sich besonders die von dem Herrn Buschius und Comp. zu Berlin verfertigte künstliche Puzzolane empfiehlt, wenn sie in Verbindung mit dem dort ebenfalls bereiteten hydraulischen Kalk angewandt wird. Diese künstliche Puzzolane entwickelt bei ihrer Vermengung mit dem Kalkbrei einen eigenthümlichen, dem des Fensterkitts ähnlichen Geruch, und verräth den Zusatz von obigen Substanzen. Der daraus zubereitete Mörtel ist überaus derb und von röthlicher Farbe.

5. Das Ziegelmehl, welches, da es fast aller Orten zu haben ist, eine besondere Berücksichtigung verdient. Die richtige Wahl der dazu bestimmten Ziegel ist aber, meinen vielen damit angestellten Versuchen zufolge, sehr schwierig, und es sollte das Ziegelmehl nie angewandt werden, ohne sich zuvor durch Versuche von der Festigkeit des daraus verfertigten Mörtels überzeugt zu haben. Die Ziegel dürfen nemlich weder zu bleich oder zu wenig gar, noch im Feuer zusammengeschmolzen oder verglaset, sondern müssen grade ausreichend hart und gar gebrannt sein, weil der Kalk eben so wenig mit der fast noch rohen Thon-Erde, als mit den durch das Feuer verglasten Theilchen derselben eine Verbindung eingeht, aus gleichem Grunde wie beim scharfen und grobkörnigen Quarzsande, dessen glasartige Flächen sich nicht mit dem Kalke verbinden. Nach einem Jahre und darüber sind diese Unterschiede der Qualität des Ziegelmehles zwar nicht mehr so bemerklich, indessen ist auch von einem solchen Zeitraume hier nicht die Rede. Ferner müssen die Ziegel so wenig Kalk-Erde als möglich, dagegen Thon-Erde und Kiesel-Erde im richtigen Verhältniſs enthalten. Die hiesigen Dachziegel eignen sich aus dem schon angeführten Grunde, weil sie gewöhnlich zu viel Thon-Erde enthalten, nicht zum Mörtel, und das daraus bereitete Mehl gab ein schlech-

tes Resultat. Man kann das Ziegelmehl durch Beimengung von staubartigem Eisenoxyd ungemein verbessern, aber nicht durch metallisches Eisen, Feilspähne, Hammerschlag und dergleichen, die vielmehr in einem Mörtel, der schon 18 Wochen unter Wasser aufbewahrt war, noch glänzend und ungerostet angetroffen wurden. Der Zusatz von staubartigem Eisen-Oxyd, welches nach Herrn Professor John der wahre Cement im Mörtel ist, vermag dagegen die Wirkungen des Ziegelmehles außerordentlich zu vermehren. Ein Mörtel aus Mehl von rothen Dachziegeln hatte nach Verlauf von 8 Wochen noch gar keine Consistenz, während ein anderer, aus demselben Ziegelmehle, mit demselben Kalkteig und nach gleichen Mischungs-Verhältnissen bereiteter Mörtel, wenn dem Ziegelmehle dem Gewichte nach 20 Procent Eisen-Oxyd durch ein Haarsieb beigemengt waren, bereits eine absolute Festigkeit von beinahe 8 Pfund, ein dritter, ganz eben so und aus denselben Materialien bereiteter Mörtel, mit Zusatz von nur 10 Procent Eisen-Oxyd, in 11 Wochen und einigen Tagen bereits eine Festigkeit von $20\frac{1}{2}$ Pfund auf den Quadratzoll erlangte; der Zusatz von 20 Procent Eisen-Oxyd, dem Gewichte nach, scheint aber einflußreicher zu sein. In Gegenden, wo sich Rasen-Eisenstein (Morast-Erz, Sumpf-Erz, Wiesen-Erz) findet, oder in der Nähe von hohen Öfen und Erzwäschereien, wird man sich daher des Staubes von Eisen-Oxyd zur Verbesserung des Ziegelmehl-Mörtels sehr vortheilhaft bedienen können.

Alle diese Cemente können, wenn sie schon an sich die nöthige Kiesel-Erde enthalten, und wenn man den Mörtel von der vorzüglichsten Güte verlangt, allein, wo nicht, zur bedeutenden Verminderung der Kosten, auch mit feinkörnigem Quarzsande gemengt, angewendet werden; die mehrsten derselben geben aber, allein angewendet, die besten Resultate, wie man sich aus den nachher folgenden Beispielen überzeugen wird. Ich kann daher die Meinung des Herrn Verfassers mehrerer zu Coblenz mit Mörtel angestellter Versuche (welche durch die Übersetzung der Versuche über den Kalk und Mörtel von L. J. Vicat und Anderen, Berlin und Posen, bei Mittler, 1825, bekannt geworden) nicht theilen, daſs die Vermischung von 100 Theilen Traſs und 100 Theilen Sand schon eine unnütze Verschwendung sei, daſs 75 Theile Sand und 25 Theile Traſs einen vorzüglichen Mörtel geben, daſs der Traſs den Mörtel klüftig mache und dergleichen, indem meiner Überzeugung nach, bei der Vergleichung der Wirksamkeit verschiedenartiger Cemente, es darauf ganz vorzüglich ankommt, daſs sie auch

nach einerlei und zwar dem besten Mischungs-Verhältnisse, so daſs beim Traſs und Sande bloſs die Zwischenräume dieser Materialen mit Kalkbrei auszufüllen sind, bereitet werden. Bei den zu Coblenz veranstalteten Versuchen, ist dagegen der Zusatz von Kalkbrei ganz willkürlich angenommen, wodurch jede Vergleichung wegfällt oder doch sehr erschwert wird; man findet indessen nach diesen Versuchen die gröſseste Festigkeit des Mörtels jeder Zeit da, wo der Zusatz an Kalkbrei sich dem gedachten Mischungs-Verhältnisse nähert. Sowohl die Versuche Vicats, welche solches mindestens zu erkennen geben, als das Urtheil der Herrn Raucourt de Charleville, Pasch und anderer, auch meine eigenen für den Zweck veranstalteten Versuche, bestätigen, was schon früher Smeaton, Woltmann und Andere vermuthet, daſs man sich wenig von der Erlangung der möglich gröſsesten Festigkeit des Mörtels entferne, wenn man die Zwischenräume der rauhen Bestandtheile desselben, als des Trasses, Ziegelmehls u. s. w. mit Kalkbrei genau ausfüllt, und daſs dieses Verhältniſs immerfort als das beste beibehalten werden könne, gleich viel ob dazu der gemeine fette, oder der natürliche hydraulische, nicht zu viel Thon und Kiesel-Erde führende Kalk genommen wird. Nur bei dem künstlich bereiteten, sehr hydraulischen Kalke würde eine Ausnahme von dieser Regel gemacht werden müssen, weil ein solcher Kalk schon einen groſsen Theil des Cementes selbst enthält. Ich würde es rathsam finden, über das hier nöthige Mischungs-Verhältniſs zuvor Versuche anzustellen.

Durch eigene Versuche habe ich zwar, der Behauptung Vicats entgegen, gefunden, daſs die kräftigsten, natürlich-hydraulischen Kalke mit den kräftigsten von der Natur bereiteten Cementen, z. B. mit dem Trasse, zum Mörtel verbunden, demselben die gröſseste Festigkeit geben, daſs aber, bei gleichen Mischungs-Verhältnissen, auch der aus gemeinem fettem Kalk und Traſs bereitete Mörtel in seiner Festigkeit ihnen nicht weit nachstehe, und daſs man mithin, wenn Traſs zur Hand ist, den hydraulischen Kalk wohl entbehren könne.

Nach den Versuchen Vicats, welche hier mit den meinigen übereinstimmen, kann man überdies auf sehr einfachem Wege und ohne alle Kosten dem gemeinen fetten Kalke dadurch sogenannte hydraulische Eigenschaften geben, daſs man ihn einige Zeit vor dem Gebrauch in Staub zerfallen läſst, vielleicht weil alsdann jedes Kalkstäubchen ein Atom von

Kohlensäure in die Verbindung zum Mörtel leichter mit hinüber nimmt, obschon im Allgemeinen bei einem Mörtel, der nicht älter als 1 oder 2 Jahre ist, auf den Einflufs der Kohlensäure nicht gerechnet werden darf. Bei dem Mörtel, der blofs aus Trafs und Kalk bereitet wird, ist es nach meinen Versuchen jedoch immer am besten, den fetten Kalk frisch gelöscht zu gebrauchen, und nur bei dem aus Trafs und Sand gemischten Mörtel ist der Einflufs des in Staub zerfallenen Kalkes überwiegend.

Sowohl der in der Grube ein Jahr lang als Teig aufbewahrte, als der durch das Besprengen mit Wasser gelöschte fette Kalk lieferten dagegen nur sehr schlechte Resultate, welches die Meinung widerlegt, dafs der Kalkteig durch langes Aufbewahren in Gruben verbessert werde.

Die Gröfse der Zwischenräume in den Cementen und dem Sande, oder die nöthige Menge des Kalkbreies zum Mörtel, der unter Wasser erhärten soll, kann man leicht wie beispielsweise folgt ermitteln.

Man nimmt etwa einen Cubik-Fufs Cement oder Sand, oder der aus beiden bestehenden Mischung, und bereitet daraus, mit Zusatz von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Cubik-Fufs Kalkbrei, einen vollständig durchgearbeiteten Mörtel, den man hierauf wieder in das nemliche, oder in ein gleich grofses Gemäfs schlägt. Wird das Gemäfs von dem fertigen Mörtel genau ausgefüllt, so kann man überzeugt sein, dafs die Zwischenräume des Cements und des Sandes durch die zugesetzte Quantität Kalkbrei ausgefüllt sind, und dafs man das beste Mischungs-Verhältnifs gefunden habe: wo nicht, so setzt man dem Mörtel so viel Kalkbrei hinzu, oder nimmt bei einem wiederholten Versuche davon um so viel weniger, als zur genauen Ausfüllung des Gemäfses mit Mörtel noch erforderlich oder zu viel war.

Je geringer die Quatität Wasser ist, mit der man den Kalk einlöscht, desto gröfser ist seine Wirksamkeit, indessen ist es beinahe nicht möglich, mit einem zu steifen Kalkteig den Cement-Mörtel zu bereiten. Man mufs sich daher begnügen, den Kalk breiartig zu verbrauchen, so dafs er noch an der Mauerkelle hängen bleibt.

Die hier folgenden Mörtel-Arten würden sich für die hiesige Gegend besonders zum Béton eignen.

No.	Kalk-Art zum Mörtel.	Alter des Mörtels		Bestandtheile des Mörtels.						Durchschnittliches Gewicht welches Einen Rheinl. □ Zoll d. Mörtels zerreifst. Preufs. Pfunde.	Bemerkungen.
		Wochen.	Tage.	Trafs von Brohl.	Künstliche Puzzolane.	Ziegelmehl.	Gebrannter Thonschiefer.	Feinkörniger Flufssand.	Kalkbrei.		
	A. Mörtel aus unvermischtem reinen Trafs von Brohl bei Andernach und Kalkbrei (sogenanntem reinen Trafsmörtel).										
1.	Natürlich - hydraulischer Kalk, frisch gelöscht	7	5	1	—	—	—	—	0,6	70,04	Der Kalk ist von Wallstädde, auf dem rechtsseitigen Ufer der Lippe bei Hamm, und führt den Namen Wasserkalk mit Recht.
2.	Natürlich - hydraulischer Kalk, frisch gelöscht	7	4	1	—	—	—	—	0,6	77,64	Der Kalk von Sünninghausen bei Lippstadt desgleichen.
3.	Etwas hydraulischer Kalk aus der Gegend von Halle bei Bielefeld, desgleichen	8	4	1	—	—	—	—	0,6	59,53	
4.	Gemeiner fetter Kalk, frisch gelöscht . .	8	5	1	—	—	—	—	0,6	67,24	
	B. Spaarmörtel aus Trafs von Brohl bei Andernach und feinkörnigem Flufssande.										
5.	Natürlich - hydraulischer Kalk, frisch gelöscht	7	5	0,4	—	—	—	0,6	0,48	51,41	Wasserkalk von Wallstädde, wie zuvor.
6.	Desgleichen . . .	7	4	0,4	—	—	—	0,6	0,48	48,03	Desgleichen von Sünninghausen.
7.	Etwas hydraulischer Kalk, frisch gelöscht	8	4	0,4	—	—	—	0,6	0,48	29,06	Von Halle bei Bielefeld.
8.	Gemeiner fetter Kalk, frisch gelöscht . .	8	5	0,4	—	—	—	0,6	0,48	23,05	
9.	(Desgleichen durch das Besprengen mit Wasser gelöscht, vergleichungsweise) . .	7	5	0,5	—	—	—	0,5	0,48	(21,19)	
10.	(Desgleichen als Kalkteig, Ein Jahr lang in der Grube aufbewahrt, vergleichungsweise)	7	5	0,5	—	—	—	0,5	0,48	(16,86)	
11.	Desgleichen durch das Zerfallen an der Luft gelöscht	7	5	0,5	—	—	—	0,5	0,48	39,15	

No.	Kalk-Art zum Mörtel.	Alter des Mörtels. Wochen.	Tage.	Bestandtheile des Mörtels. Trafs von Brohl.	Künstliche Puzzolane.	Ziegelmehl.	Gebrannter Thonschiefer.	Feinkörniger Flufssand.	Kalkbrei.	Durchschnittliches Gewicht welches Einen Rheinl. □Zoll d. Mörtels zerreifst. Preufs. Pfunde.	Bemerkungen.
	C. Mörtel aus unvermischter künstlicher Puzzolane des Herrn Buschius und Comp. zu Berlin.										
12.	Künstlich - hydraulischer Kalk aus der Fabrik von Buschius und Comp. zu Berlin	7	4	—	1	—	—	—	0,4	55,00	Der Kalk war 4 Monate alt und wurde auf die gewöhnliche Art gelöscht.
13.	Desgleichen . . .	7	4	—	1	—	—	—	1/3	66,05	Desgleichen.
14.	Desgleichen . . .	11	3	—	1	—	—	—	1/3	71,44	Desgleichen.
15.	Natürl. - hydraulischer Kalk, frisch gelöscht	7	4	—	1	—	—	—	0,4	32,94	Wasserkalk von Sünninghausen.
16.	Gemeiner fetter Kalk, Ein Jahr lang in der Grube als Teig aufbewahrt	7	4	—	1	—	—	—	0,4	33,60	
	D. Spaarmörtel von künstlicher Puzzolane aus der Buschiusschen Fabrik, mit feinkörnigem Flufssande gemischt.										
17.	Künstlich - hydraulischer Kalk von Buschius	7	4	—	0,44	—	—	1	2/3	30,66	Der Kalk war 4 Monate alt und wurde auf die gewöhnliche Art gelöscht.
	E. Mörtel aus Ziegelmehl durch ein feines Haarsieb gesiebt, allein oder in Vermischung mit Sand.										
18.	Natürlich - hydraulischer Kalk, frisch gelöscht (von Wallstädde) . . .	7	5	—	—	1	—	1	1	33,41	Das Ziegelmehl ist von sehr gut ausgebackenen rothen Mauerziegeln einer Feld-Ziegelei (zu Kefsler).
19.	Desgleichen . . .	10	—	—	—	2	—	—	1	29,94	Das Ziegelmehl von mittelmäfsig harten Ziegeln, eben daher.
	F. Mörtel aus gebranntem Thonschiefer, welcher, einer starken Steinkohlen-Hitze ausgesetzt, in bräunlich gelben Blättern sich abzulösen anfing, fein pulverisirt und gesiebt.										
20.	Natürlich - hydraulischer Kalk, frisch gelöscht	7	4	—	—	—	1	—	0,4	22,65	Der Kalk ist der sogenannte Wasserkalk von Sünninghausen bei Lippstadt.
21.	Künstlich - hydraulischer Kalk aus der Fabrik von Buschius und Comp. . . .	7	4	—	—	—	1	—	0,4	26,50	Der Kalk ist 4 Monate alt und auf die gewöhnliche Art gelöscht.

Aus den Eingangs gedachten Gründen ist bei diesen Versuchen die Festigkeit der Mörtel-Arten nur für das geringe Alter von kaum 8 Wochen, zuweilen von 8 Wochen und einigen Tagen darüber, berücksichtigt; nach Jahresfrist ist sie bei weitem gröſser, so daſs von einem Traſsmörtel, nach dem Mischungs-Verhältnisse, wie dasjenige No. 1. und aus demselben Kalkteige bereitet, wobei aber der Kalk Ein Jahr lang an der Luft zerfallen, stinkend und röthlich von Farbe war und gänzlich verdorben schien, die absolute Festigkeit nach Verlauf von $12\frac{1}{2}$ Monat dennoch durchschnittlich 127,91 Pfund, nach dem einen Versuche sogar 159,78 Pfund, von Sparmörtel nach dem Verhältniſs No. 2. und aus demselben zerfallenen Kalke bereitet, durchschnittlich 80,88 Pfund auf den Quadrat-Zoll betrug.

Der damals am mehresten in der Festigkeit zurückgebliebene Traſsmörtel No. 3. hatte nach Verlauf von $14\frac{1}{3}$ Monaten bereits eine Festigkeit von 108,37 Pfund, der Sparmörtel No. 7. von 71,61 Pfund und der Ziegelmehlmörtel No. 19., Ein Jahr alt, eine Festigkeit von 87,24 Pfund auf den Quadrat-Zoll erlangt. Bemerkenswerth ist, daſs die Festigkeit des Mörtels No. 18., welcher aus Ziegelmehl mit Sand gemischt bereitet wurde, nach Einem Jahre kaum 44 Pfund betrug.

Es ist zu erinnern, daſs hier nur immer von solchen Mörtel-Arten die Rede ist, welche unter Wasser aufbewahrt wurden. Von den an der Luft, unter Bedachung erhärteten Mörteln, bei welchen nach meinen Versuchen ganz andere Erscheinungen des Widerstandes, und andere Mischungs-Verhältnisse Statt finden, ist nicht die Rede.

Die Resultate obiger Versuche, so wie ähnliche Mörtel-Recepte, können zwar dazu dienen, die Wahl des Mörtels zu bestimmen und über seinen Widerstand im Allgemeinen Beruhigung zu gewähren; indessen ist es nichts desto weniger nöthig, und Pflicht jedes Baumeisters, der irgend erhebliche Mauerwerke zu bauen hat, sich von der Festigkeit des dazu bestimmten Mörtels vorher selbst zu überzeugen, um über die Festigkeit seines Mauerwerks mit Sicherheit urtheilen zu können. Vielleicht wird es daher nicht unpassend sein, wenn ich anzeige, wie die Festigkeit des Mörtels ohne Hülfe eines umständlichen Apparats gefunden werden kann.

Bei meinen Versuchen habe ich Theils die respective Festigkeit oder den Widerstand gegen das Zerbrechen, Theils die absolute Festigkeit der einzelnen Mörtelkörper ermittelt, und durch das Zurückführen der ersteren auf die letzteren im Wege der Rechnung, eine den Umständen nach ziem-

lich gute Übereinstimmung gefunden. Da indessen der Apparat zur Ausmittelung der resp. Festigkeit schon etwas zusammengesetzter, auch die absolute Festigkeit nur immer die gesuchte, der Widerstand gegen das Zerbrechen aber relativ ist, so will ich hier nur der einfachen Vorrichtung, deren ich mich bedient, um die erstere zu finden, gedenken.

Ich liefs nemlich die bereitete Mörtelprobe in mehrere, zuweilen 7 bis 8 Kästchen oder Abtheilungen, welche durch die Zwischenwände eines gröfseren, mit einem Boden versehenen Kastens oder Rahmens von altem Holze, gebildet wurden, der mittelst zu lösender Keile ganz auseinander genommen werden konnte, einschlagen, so dafs der Mörtel länglichte Parallelepipeda bildete, hierauf den Rahmen, der stets eine gröfsere Zahl von anderen Körpern zu Versuchen enthielt, oben mit einem Deckel verschliefsen und unter Wasser versenken.

Nach Verlauf der vorgesetzten Zeit wurde der aus dem Wasser gehobene Kasten mittelst der Keile ganz auseinander genommen, so dafs jedes Mörtelstück einzeln da lag. Auf den Seitenflächen dieser Körper wurde nun die Richtung der Schwer-Axe durch eine vorgerissene gerade Linie bezeichnet, und an jedem Ende des Präparats, genau in der Richtung der Schwer-Axe, ein Loch gebohrt, durch welches ein dünnes Seil gezogen werden konnte, so dafs sich mittelst desselben das Mörtelstück an einen Nagel hängen liefs, den man seitwärts in den Balken eines Zimmers eingeschlagen hatte, während das untere Seil einen Kasten trug, der mit Sand gefüllt werden konnte. Etwa in der Mitte zwischen den beiden Löchern wurde der Querschnitt, welcher zerrissen werden sollte, parallel mit den Seitenflächen, genau senkrecht auf die Richtung der Schwer-Axe und von derselben gleich weit abstehend, mit einer stumpfen Säge eingeschnitten und vorgezeichnet. Die Belastung geschah mit Sand, den man durch eine, aus starkem Papiere gemachte Röhre einlaufen liefs, doch wurden auch wohl Anfangs Gewichte in den Kasten gelegt, wenn man sich von einem gröfseren Tragvermögen des Mörtels durch einen Probe-Versuch überzeugt hatte; die Vermehrung des Gewichts bis zum Zerreifsen bestand aber jederzeit nur aus Sand.

Da der auf die gewöhnliche Weise und ohne Künstelei, wie es für die Ausführung nöthig, zubereitete, in dem Holzkästchen nicht eingeprefste Probe-Mörtel durchaus nicht von gleichförmiger Dichtigkeit war und sein konnte, sondern bald mehr bald weniger Poren und Blasen enthielt, so konnte auch

die Festigkeit des Mörtels für einerlei Querschnitt nicht immer dieselbe sein, und, es mufsten nothwendig bei den Versuchen, bald geringere, bald gröfsere Abweichungen vorkommen, wovon jedoch diejenigen nicht in Betracht kamen, die aus etwaniger Schadhaftigkeit des Präparats, oder durch ein Versehen während der Operation entstanden. Daher ist es nicht hinreichend, dergleichen Versuche über die Festigkeit eines Mörtels nur ein- oder zweimal zu machen, sondern es mufs drei- bis viermal, und bei bedeutenden Abweichungen noch öfter geschehen. Vicats Versuche müssen deshalb nothwendig Zweifel erregen, weil er die Festigkeit seiner Mörtelkörper nur Einmal untersucht hat. Bei meinen Versuchen ist es zuweilen sechs- bis sieben-mal auf dem doppelten Wege des Zerbrechens und Zerreifsens geschehen, und es ist ein Durchschnitt in Rechnung gestellt.

Den Bedarf an Mörtel zur Ausfüllung der Zwischenräume im Béton kann man wie beispielsweise folgt ermitteln.

Man thut etwa 4 bis 6 Cubik-Fufs zerschlagene Ziegel oder andere Steine, nachdem sie zuvor in's Wasser gelegt und ganz davon gesättigt sind, in ein leeres wasserdichtes Gefäfs, rüttelt sie stark und ebnet ihre Oberfläche so gut als möglich horizontal. Hierauf wird mit einem Gemäfs, von bekanntem körperlichen Inhalte, schnell so lange Wasser in das gröfsere Gefäfs geschüttet, bis die Oberfläche der Steine damit völlig bedeckt ist. Die hinzugegossene Wassermenge giebt die Gröfse der im Béton enthaltenen Zwischenräume. Weil aber die Steinflächen sich vielfach berühren und auf einander liegen, so mufs auch für die Mörtel-Verbindung derselben oder für die nöthigen Lagerfugen Sorge getragen werden, und man mufs deshalb dem gefundenen körperlichen Inhalte der Zwischenräume, nach meinen Erfahrungen, noch den sechsten oder vierten Theil hinzurechnen. Dies giebt dann die nöthige Menge des Mörtels zum Béton.

Bei dem Baue, von welchem sogleich weiter die Rede sein wird, fand man, dafs die Zwischenräume in dem aus zerschlagenen Ziegeln bereiteten Béton nahe an 72 Cubik-Fufs auf die Schachtruthe von 144 Cubik-Fufs betrugen, und es wurde also, nachdem noch Ein Sechstel dieser Zwischenräume hinzugerechnet war, auf die Schachtruthe 84 Cubik-Fufs Mörtel angenommen und verwendet.

Der hieraus bereitete Béton liefs rücksichtlich seiner Dichtigkeit und der genauen Einhüllung aller Steine, welche darin nicht mehr an der Farbe zu erkennen waren, nichts zu wünschen übrig. Will man indessen, aus

den Eingangs gedachten Gründen, noch vorsichtiger sein, so setze man dem gefundenen Inhalte der Zwischenräume lieber Ein Viertel davon hinzu, so daſs also die Mörtel-Quantität für ähnliche Fälle 90 Cubik-Fuſs auf die Schachtruthe betragen würde.

Die Sicherheit, mit der man sich des nach diesen Grundsätzen bereiteten Bétons bedienen darf, ist unbezweifelt gröſser, als wenn man bloſs allgemeinen Recepten folgte, weil dieselben über die Quantität des nöthigen Mörtels, so wie über die Verhältnisse seiner Bestandtheile, keine Bürgschaft noch Aufschluſs geben können; und da bei der Bearbeitung des Mörtels nach dem gewöhnlichen Verfahren ohnehin Manches zu wünschen übrig bleibt, so ist leicht zu sehen, daſs es zweckmäſsiger und natürlicher ist, den Mörtel zum Béton, vor seiner Vermengung mit den Steinen, ganz abgesondert, gerade eben so zu bereiten, wie er zu einem anderen guten Mauerwerke verwendet wird. Die Erfahrungen Vicats, so wie die meinigen, bestätigen nemlich, wie groſs der Einfluſs der vollkommensten Bearbeitung des Mörtels auf seine Güte sei.

Wie sie hier geschieht, und vielleicht auch an anderen Orten mit Vortheil eingeführt werden könnte, wird aus der Mittheilung einiger Umstände über ein im Jahre 1828 von mir ausgeführtes Béton-Mauerwerk näher zu ersehen sein.

Nahe bei der Stadt Hamm befindet sich nemlich eine steinerne Freiarche, deren Abfluther vor etwa 30 Jahren zerstört worden war. Diese Freiarche stauet den Lippefluſs bei niedrigem Wasserstande 14 Fuſs an, welches Gefälle zum Betriebe mehrerer Mühlen verwandt wird, so daſs ihretwegen, oder zur Ausgleichung des Gefälles, eine massive Doppelschleuse für die Schiffahrt hat erbauet werden müssen. Bei der damaligen Herstellung wurde nun im Fluthboden ein sehr bedeutendes Pfahlwerk eingerammt, die Zwischenräume wurden mit einer Steinschüttung ausgefüllt, das Pfahlwerk wurde etwa im Niveau des niedrigen Unterwassers durch Schwellen der Länge nach und Zangen verbunden und mit Bohlen bedeckt; es sollte diese Pilotage zur Unterstützung des neuen Abfluthers dienen, welcher aus zusammengeklammerten Werkstücken, wahrscheinlich auf einer noch besonderen Untermauerung ruhend, bestand. Gleich bei der ersten Öffnung der Freiarche wurde aber das gesammte Mauerwerk durch den Übersturz des Wassers völlig zerstört und mit den Werkstücken in den sehr tiefen Kolk der Arche versenkt. Wegen vorgerückter Jahres-

zeit und der Anschwellung des Flusses entschlofs man sich jetzt, den untern hölzernen Boden noch mit einem pultartigen Aufsatze von Pfahlwerk, welches von Neuem mit Zangen und Schwellen der Länge nach verbunden, abermals mit Bohlen bedeckt und auf den untern Boden durch verschiedene Eisenverbindungen befestigt wurde, in der Höhe des beabsichtigten steinernen Bodens zu versehen. Diese seltsame Construction, deren Bestehen fast wunderbar ist, erhielt sich bis zum Jahre 1827, wo sie aber theilweise im Frühling 1828 dermafsen durch die Fluthen zerstört wurde, dafs von dem sogenannten Pfahlwerke fast nichts übrig blieb und auch die Steinschüttung zwischen demselben bis zum fĕstern Thonmergel, welcher das Grundbette des Flusses bildet, gröfstentheils ausgespühlt und in den Kolk getrieben wurde. Der damalige Bau hatte die unverhältnifsmäfsige Summe von mehr als 30000 Thalern gekostet, weil man es für nöthig gehalten hatte den ganzen Kolk der Freiarche auszuschöpfen und die Lippe einstweilen abzuleiten.

Bei der Wiederherstellung, im Sommer 1828, wurde nun, um solche Umständlichkeiten und Kosten zu vermeiden und das Bauwerk für immer sicher zu machen, auf meinen Antrag genehmigt, den Fluthboden bis zum niedrigen Wasserspiegel, von Béton, und die weitere Erhöhung desselben aus gewöhnlichem Ziegelmauerwerk zu machen, welches auch ausgeführt worden ist. Ich übergehe, als nicht hierher gehörig, die bei diesem, wenn auch nicht ausgedehnten, so doch durch andere Umstände, besonders durch die mögliche Gefahr einer bedeutenden Anschwellung des Flusses, schwierigen Bau, gemachten interessanten Erfahrungen, und bemerke nur, dafs die Béton-Schüttung dadurch begünstigt und erleichtert wurde, dafs vorn die Wassermauer oder der Hauptkörper der Freiarche, links die Wassermauer einer Mühle, rechts eine Futtermauer, und nach dem Kolke zu eine alte noch stehen gebliebene Stützmauer, vor welcher sich eine dichte Spundwand befand, einen kastenartigen Raum von 30 Fufs lang und 18 Fufs breit bildeten, dessen gröfseste Tiefe 14 Fufs betrug und der mit Béton auszufüllen war. Die Ausfüllung mufste ungern, aber durch die Besorgnifs der möglichen Anschwellung des Flusses nothgedrungen, schnell geschehen und selbst Nachts bei Laternen-Erleuchtung bis zum niedrigen Unterwasser fortgesetzt werden. Hierauf wurde sogleich der obere Theil des Abfluthers mit Ziegel-Mauerwerk im gewöhnlichen Verbande und Trafsmörtel aufgeführt und zur ersten Versicherung mit Bohlen bedeckt,

welche auf einem in den obersten Ziegel-Lagen vermauerten Holzroste befestigt sind. Kaum 14 Tage nach der Vollendung war man schon durch die Fluth gezwungen, das Bauwerk dem heftigsten Ergusse des Wassers durch die Öffnungen der Freiarche zu überlassen, welcher ihm jedoch nicht den mindesten Schaden hat zufügen können. Seit dieser Zeit hat der Mörtel, den Versuchen zufolge, eine Festigkeit erreicht, welche die der Ziegel übertrifft; es ist daher in Zukunft nichts mehr wegen dieses Abfluthers zu besorgen und seine Zerstörung nur mit der der Ziegel zugleich möglich. Die Kosten dieses Baues, mit Einschlufs derer zur Ausbesserung des schadhaften obern Mauerwerks der Freiarche, Unterfahrung und Herstellung einer angrenzenden Futtermauer, u. s. w. haben nur 4228 Thaler betragen.

Es ist schon gesagt, dafs man sich hier blofs der zerschlagenen Mauerziegel aus einer eigends für die Schleusenbaue an der Lippe errichteten Feldziegelei bedient habe, und dafs nach der obigen Ausmittelung 84 Cubik-Fufs Mörtel auf die Schachtruthe Mauerwerk genommen wurden. Dieser Mörtel bestand aus 1 Theil Trafs von Brohl bei Andernach und $\frac{3}{5}$ Kalkteig von einem natürlich- sehr hydraulischen Kalke von Wallstädde, einem Dorfe auf dem rechtseitigen Lippe-Ufer, nahe bei Hamm, der so schnell erhärtet, dafs er frisch eingelöscht am folgenden Tage schon erstarret und zum Mörtel untauglich ist. Der Preufsische Scheffel dieses Kalkes, in Stücken gemessen, liefert 3 Cubik-Fufs Kalkbrei, wenn er nicht zu steif angemacht wird.

Schon beim Anfange der Schleusenbaue an der Lippe, wo derselbe Mörtel zum Grundmauerwerke genommen wurde, was auch bei der Fortsetzung der Baue geschahe, überzeugte man sich, wie mühsam und kostbar die Bearbeitung des Trafsmörtels nach dem gewöhnlichen Verfahren sei. Es sind dazu Keulen, Schlag-Eisen, schwere Schaufeln oder sogenannte Thon-Säbel, wie sie die Ziegelei-Arbeiter haben, nothwendig; und da diese gewichtigen Instrumente die ganze Muskelkraft der Arme erfordern, so müssen die Arbeiter nothwendig bald ermüden. Es wurde daher das Durchtreten des Mörtels, wie es bei der Ziegel-Erde üblich, eingeführt, und dieses gab nicht allein einen ganz vorzüglich geschmeidigen, überall in der Farbe gleichförmigen, von allen Kalkflecken freien Mörtelteig, sondern es wurden auch Zwei Drittheile des Arbeitslohnes erspart. Dieses ist auch leicht begreiflich, wenn man bedenkt, dafs der Effect des Arbei-

ters, der bei einer Fallhöhe von etwa 6 Zoll, mit seinem ganzen Gewichte wirkt, bei weitem gröfser sein müsse, als der von den bald ermüdenden Armen. Die Arbeit des Durchtretens des Mörtels ist etwa mit dem Marsche auf einem schlechten lehmigen oder kothigen Wege zu vergleichen.

Das Verfahren bei der Zubereitung des Mörtels ist folgendes. Auf einer festen, dichten und wagerecht abgeglichenen Unterlage von Bohlen oder Brettern, unter einem Dache, wird der zu einer gewissen Quantität Mörtel nöthige Trafs, in Form eines Ringes oder Kranzes ausgebreitet. In den inneren Raum dieses Ringes wird der zu dem Mörtel nöthige Kalkbrei geschüttet, mit dem Trasse vom Rande überdeckt und, bald nach der Mitte zu in einen Haufen zusammen geschlagen, bald wieder mit Schaufeln ausgebreitet. Nachdem solches mehrere Male geschehen, und der rohe Mörtel von neuem auseinander gebreitet ist, fassen sich die Arbeiter zur gegenseitigen Unterstützung bei den Händen, oder stemmen sie auch wohl in die Seiten, und durchtreten so nach verschiedenen Richtungen diese Masse, während ein Arbeiter den am Rande zu weit verbreiteten Mörtel mit der Schaufel aufnimmt und wieder nach der Mitte zu wirft. Die Arbeit endigt damit, dafs die Arbeiter den Mörtel, nachdem sie ihn kreisförmig so weit und so dünn als möglich auseinander gebreitet, dicht aneinander stehend, so dafs der Fufstritt des einen fast in den des andern trifft, in engen und immer engern Kreisen, die Mitte aber einzeln, durchtreten. Ist solches wiederholt geschehen, so erhält man einen überaus gleichförmig-gemischten, geschmeidigen Mörtel, der in der Bereitung nichts zu wünschen übrig läfst.

Da aus vorher anzustellenden Versuchen die Quantität des Mörtels bekannt ist, welchen man aus einer gewissen Menge Trafs und Kalkbrei erhält, so können die Arbeiter leicht controllirt werden, und es ist nicht wohl ein Unterschleif oder Erleichterung durch Zusatz von Kalkbrei möglich, wenn man nur darauf sieht, dafs aufser der Feuchtigkeit, welche der letztere enthält, kein Wasser weiter zugegossen wird, was in keinem Falle erlaubt werden darf. Auf solche Weise hat man denn auch, was sonst ungewöhnlich ist, die Bearbeitung des Mörtels zu den Schleusenbauen an der Lippe den Arbeitern unter beständiger Aufsicht eines vertrauten Knaben ganz unbedenklich, und wie fast immer bei solchen Unternehmungen, zum gröfsesten Vortheil für die Baukasse, im Verdinge überlassen dürfen. Von dem Knaben ist nur darauf gesehen worden, dafs die

auf einer Tafel für gewisse Quantitäten Mörtel bezeichneten Ingredienzen sorgfältig abgemessen und zum Mörtel verwendet wurden, und dafs die Zahl der zur Baustelle verabreichten Cubik-Fufse Mörtel gehörig notirt wurde *). Den Verdings-Arbeitern wurde für den Cubik-Fufs Trafsmörtel 5 Pfennige, für den Cubik-Fufs Sparmörtel, aus Trafs und Sand, 4 Pfennige bezahlt; das Löschen des Kalkes, wozu das Wasser ebenfalls abgemessen und in den Kalklöschkasten geschüttet werden mufs, ehe der Kalk hinzugethan wird, ist mit einbegriffen. Die Arbeiter verdienen hierbei zuweilen den ansehnlichen Tagelohn von 16 bis 18 Silbergroschen, indessen müssen sie, um die Maurer-Arbeit nicht aufzuhalten und beständig Mörtel vorräthig zu haben, ihre Arbeit schon Morgens um 2 oder 3 Uhr beginnen und damit ununterbrochen, auch den Mittag über, bis Abends 6 Uhr fortfahren. Es mufs sorgfältig darauf gesehen werden, dafs Abends kein Mörtel übrig bleibe, weil ein solcher Rest am folgenden Morgen nur mit grofser Mühe und nur durch neue Bearbeitung geschmeidig zu machen ist.

Zu der Bereitung des Mörtels auf diese Weise gehört eine starke und derbe Fufsbedeckung, da der Trafsmörtel ungemein ätzend ist, so dafs den Maurern bei der Grund-Arbeit öfters die Finger bluten und sie sich durch Handschuhe schützen müssen. Die in der hiesigen Gegend gewöhnlichen hölzernen Schuhe kommen hier den Arbeitern sehr gut zu statten, und müfsten in anderen Gegenden dazu besonders angeschafft oder durch ähnliche ersetzt werden.

Nur die Cement-Mörtel sind nach der beschriebenen Methode zu bereiten nöthig, der gewöhnliche Sandmörtel, z. B. zu den Schleusenwärter-Häusern und sonstigen Landbauen, ist hier auf die gewöhnliche Art bereitet worden.

Die Vermischung der Steine mit dem Mörtel oder die Zubereitung des Bétons ist bei dem vorhin benannten Bau wie folgt geschehen.

Man hatte drei Kalklösch-Kasten von 12 Fufs im Quadrat neben einander aufgestellt, worin die Bereitung des Bétons successive angefangen und fortgesetzt wurde, so dafs beständig Vorrath zum Versenken da war. Es konnten nur ¼ Schachtruthe oder 36 Cubik-Fufs Béton, wozu 36 Cubik-Fufs

*) Es dürfte doch wohl angemessener sein, statt eines Knaben einen Mann zur Aufsicht anzustellen. Anm. d. Herausg.

zerschlagene Ziegel und 21 Cubik-Fuſs Traſsmörtel gehörten, auf einmal bereitet werden; eine gröſsere Quantität würde die Arbeit noch mehr erschwert haben. Der Béton, der auch gleich nach der Verfertigung versenkt werden muſste, würde zu sehr erstarrt sein. Auf den Boden des Kastens wurde zuerst eine Schicht von etwa 7 Cubik-Fuſs Mörtel ausgebreitet. Dieser Mörtel wurde mit einer Schicht von etwa 12 Cubik-Fuſs zerschlagener Ziegel bedeckt, und es wurden die Ziegel mit Holzschuhen in den Mörtel eingetreten. Hierauf folgte eine zweite Lage Mörtel und eine zweite von Ziegelstücken, ganz wie die vorigen, und eine dritte ganz eben so. Sodann wurde diese rohe Béton-Masse mittelst starker Schaufeln und Hakken, wie die der Ziegelei-Arbeiter, von der einen Seite des Kastens nach der entgegengesetzten übereinander gewickelt und zuletzt in einen Haufen nach der Mitte zusammen geschlagen. Dieser Haufen wurde von neuem ausgebreitet und dasselbe Verfahren von einer anderen Seite des Kastens her und so lange wiederholt, bis man sahe, daſs alle Ziegelstücke gänzlich vom Mörtel umhüllt waren, bis ihre Farbe nicht mehr zu erkennen und in der Masse nirgend mehr ein leerer Raum war. Von den zerschlagenen Ziegeln ist zu bemerken, daſs, um die sonst sehr schwierige Arbeit einigermaſsen zu erleichtern, zwar zugegeben werden darf, daſs sie mit Wasser besprengt, nicht aber daſs sie gänzlich durchnäſst werden, weil grade die Trockenheit der Ziegel vorzüglich den Béton erstarren macht.

Auf einfach construirten, einige Fuſs über den Wasserspiegel erhöheten Rüstungen wurde nun der fertige Béton durch Röhren von 1 Fuſs im Quadrat im Lichten weit, aus tannenen, inwendig behobelten, Einen Zoll dicken Brettern, durch übergenagelte Leisten zusammengesetzt, und oben mit einem Trichter oder Rumpfe von Brettern versehen, versenkt, nachdem zuvor der Grund der Baustelle von Holzwerk, Steinen und Schlamm bis zum Mergel sorgfältig gereinigt war. Die Röhren, welche so lang waren, daſs sie bis etwa 1 Fuſs über den Grund hinabreichten, hatten oben, an zwei gegenüberstehenden Seiten, von Fuſs zu Fuſs, Ringe oder Biegel, durch welche zwei Stangen gesteckt werden konnten, um sie von einer Stelle zur anderen zu bringen, und nachdem eine 10 Zoll hohe Béton-Schicht versenkt und geebnet war, für die zweite eben so hohe Schicht, um die Entfernung eines Ringes vom anderen zu erhöhen. In gröſserer Höhe über den Grund, oder näher an der Wasser-Oberfläche, bediente man sich kürzerer Röh-

ren. Meines Erachtens würden diese Röhren, wenn das Wasser nicht tiefer als 16 bis 20 Fuſs ist, immer noch statt der Kasten mit beweglichen Böden anwendbar sein, welche Belidor und Gauthey beschreiben, und deren Handhabung viel umständlicher ist als die der Röhren. Die Besorgniſs, daſs der Mörtel im Béton sich in der mit Wasser ausgefüllten Röhre zu leicht auflöse, kann so groſs nicht sein, da alle Bestandtheile des Bétons schwerer sind als das Wasser und schnell niedersinken.

Die Béton-Schichten müssen mit einer Sondirstange sorgfältig untersucht werden, ob nicht Höhlungen und Zwischenräume darin geblieben sind, und es wird gut sein, sie mittelst eines an einer Stange befestigten schweren Steins von ebener Fläche, oder eines kleinen Werkstückes, welches ein Arbeiter unter Wasser aufzuheben vermag, feststampfen und ebenen zu lassen.

Um die Kosten einer Schachtruthe Fundament-Mauerwerk, auf die gewöhnliche Weise von Ziegeln im Kreuzverbande, mit den Kosten einer Schachtruthe Béton, ebenfalls von Ziegeln und mit demselben Mörtel bereitet, zu vergleichen, will ich das Verzeichniſs dieser Kosten bei den Schleusen an der Lippe hersetzen.

Die Ziegel erhält man hier aus Feldziegel-Öfen. Sie sind $9\frac{1}{2}$ Zoll lang und für $\frac{1}{3}$zöllige Mörtelfugen $4\frac{7}{12}$ Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit den Mörtelfugen 9,83 Zoll lang, 4,92 Zoll breit, 2,83 Zoll dick. Es gehören also zu einer Schachruthe Mauerwerk 1818 Stück, und mit Einschluſs des Verlustes beim Transporte, durch Bruch, Verhauen und Abgang bei der Mauer-Arbeit, der zu 7 Procent gerechnet werden kann, überhaupt 1945 Stück. Tausend Ziegel kosten durchschnittlich $4\frac{1}{2}$ Thaler, und mit dem Transporte etwa $5\frac{1}{2}$ Thaler. Zu einer Schachtruthe Béton gehören nach der Erfahrung 1640 Stück Ziegel, wobei auf das beim Zerschlagen der Steine entstehende Ziegelmehl, so wie auf die durch das Sieb fallenden kleineren Brocken, Rücksicht genommen ist. Es würden nur etwa 1550 Ziegel erforderlich sein, wenn dieser Verlust nicht statt fände.

Zu Einer Schachtruthe Grundmauerwerk von Ziegeln im gewöhnlichen Verbande muſs wegen des gröſseren Mörtel-Bedarfs zu den Fundament-Arbeiten, wegen des häufigen Quellens und der Rauhigkeit der Ziegel aus den Feld-Öfen, $\frac{1}{3}$ der Mauerwerks-Masse, also 48 Cubik-Fuſs Mörtel gerechnet werden.

Zum Béton gehören nach der früheren Voraussetzung, und zur völligen Sicherheit, 90 Cubik-Fuſs Mörtel. Der Preuſs. Scheffel oder 1,77 Cubik-Fuſs Traſs von Brohl bei Andernach, kostet incl. Transport (bis Hamm) 12 Silbergroschen, mithin der Cubik-Fuſs 6,78 Silbergroschen.

Der Scheffel des gebrannten, natürlich-hydraulischen oder Wasserkalks von Wallstädde kostet incl. Transport (bis Hamm) 10 Silbergroschen, und liefert 3 Cubik-Fuſs Kalkbrei. Der Cubik-Fuſs des letztern wird daher mit $3\frac{1}{3}$ Silbergroschen bezahlt.

Wenn bei der Zubereitung des Mörtels das Mischungs-Verhältniſs von 1 Theil Traſs und 0,6 Theilen Kalkbrei angenommen wird, so erhält man eben so viel Mörtel als man Traſs gebraucht.

Es sind also erforderlich:

1. Zu einer Schachtruthe gewöhnlichen Ziegel-Mauerwerks zu den Fundament-Arbeiten, in Traſsmörtel,

An Materialien.		
Für 1945 Stück Ziegel mit Transport zu $5\frac{1}{2}$ Thaler das Tausend	10 Rthlr.	20,92 Sgr.
Für 48 Cubik-Fuſs Traſs zu 6,78 Sgr.	10 -	25,44 -
Für 48.0,6 = 28,8 Cubik-Fuſs Kalkbrei zu $3\frac{1}{3}$ Sgr.	3 -	6,00 -
An Arbeitslohn.		
Für 48 Cubik-Fuſs Traſsmörtel zu bereiten, mit dem Einlöschen des Kalkes zu 5 Pf.	— -	20,00 -
An Maurer- und Handlanger-Arbeitslohn, für die Schachtruthe	2 -	25,00 -
Zusammen	28 Rthlr.	7,36 Sgr.

2. Zu einer Schachtruthe Béton von zerschlagenen Ziegeln in Traſsmörtel nebst dem Versenken,

An Materialien.		
Für 1640 Stück Ziegel zu $5\frac{1}{2}$ Rthlr. das Tausend .	9 Rthlr.	0,60 Sgr.
Für 90 Cubik-Fuſs Traſs zu 6,78 Sgr.	20 -	10,20 -
Für 90.0,6 = 54 Cubik-Fuſs Kalkbrei zu $3\frac{1}{3}$ Sgr. .	6 -	—— -
An Arbeitslohn.		
Für die Ziegel zu 144 Cubik-Fuſs Ziegel-Bruchstücken zu zerschlagen	— -	25,00 -

Für 90 Cubik-Fuſs Traſsmörtel zu bereiten zu 5 Pf.	1 Rthlr.	7,50 Sgr.
Für den Béton zu verfertigen und zu versenken, bei einer Transport-Entfernung von 10 Ruthen, für die Schachtruthe, nach der Erfahrung . .	2 -	5,00 -
Zusammen	39 Rthlr.	18,30 Sgr.

Die Kosten verhalten sich daher ungefähr wie 7 zu 10. Nimmt man Mörtel aus Traſs und Sand, so wird der Unterschied noch geringer sein.

2.

Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Academie zu Berlin über Strafsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau.

(Vom Herrn Dr. *Dietlein.*)

Erster Abschnitt.

Von den Kunststrafsen.

1. Eine Kunststrafse bauen, heifst: einem Wege eine solche Gestalt und Beschaffenheit geben, dafs darauf zu jeder Zeit jede Art von Fuhrwerk mit völliger Sicherheit und möglichster Bequemlichkeit fortbewegt werden kann, und Reitern und Fufsgängern dieselben Vortheile gewährt werden.

2. Um diese Zwecke zu erreichen ist nöthig:

A) Dafs die Oberfläche der Kunststrafse überall so hoch liege, dafs sie, selbst bei den höchsten bekannten Anschwellungen der in ihrer Nähe befindlichen fliefsenden oder stillstehenden Gewässer, nicht überschwemmt werden könne. (Dafs hiervon mitunter, hauptsächlich der Kosten wegen, Ausnahmen gemacht worden sind und gemacht werden müssen, thut der Allgemeinheit der Regel keinen Eintrag.)

B) Dafs das Wasser, welches aus der Atmosphäre auf die Kunststrafse niedergeschlagen wird, möglichst bald von derselben abgeführt werde.

C) Dafs die Oberfläche der Kunststrafse, auch nach der Länge, an keiner Stelle eine so grofse Neigung gegen die wagerechte Ebene habe, dafs bergauf Vorspann, und bergab Hemmung nöthig wäre.

D) Dafs die Länge der Strafse zwischen zwei gegebenen Puncten (beziehungsweise) möglich-gering sei.

E) Dafs die Baustoffe, aus welchen die Oberfläche der Strafse gebildet wird, der zerstörenden Wirkung der Räder der Fuhrwerke so lange als möglich widerstehen, und eine möglichst geringe wälzende Reibung verursachen, während die Stellen, welche von den Hufen des Zugviehes berührt werden, nicht so glatt sein dürfen, dafs es leicht ausgleiten könnte.

F) Dafs die Strafse so breit sei, dafs wenigstens zwei sich begegnende Fuhrwerke, so breit beladen als nur irgend landesüblich, einander ohne Gefahr und sogar ohne Unbequemlichkeit ausweichen können. (Ausnahmen hiervon, die jedoch immer nur für kurze Strecken Statt finden dürfen, thun der Allgemeinheit der Regel keinen Eintrag.)

Was zur Erfüllung dieser sechs Bedingungen erforderlich ist, soll im Folgenden angegeben werden.

Zu *A*. Von der Höhe des Strafsen-Dammes.

3. Zuvörderst mufs man möglichst zu vermeiden suchen, die Strafsen über Stellen zu führen, welche Überschwemmungen ausgesetzt sind.

4. Wenn dies aber, wie häufig der Fall, unmöglich ist, so mufs man möglichst genau auszumitteln suchen, bis zu welchem Puncte die höchste bekannte Überschwemmung gestiegen ist, wozu entweder an festen, in ihrer Lage gebliebenen Stellen, in früheren Zeiten angebrachte Zeichen oder die Zeugnisse alter Leute dienen können.

5. Sodann liegt die fragliche neue Strafsenstelle entweder in einem Stauprofile oder in einem Strömungsprofile.

6. In beiden Fällen mufs man, so weit es die örtlichen Umstände erlauben, den Stau durch zweckmäfsige Strombaue, von welchen späterhin die Rede sein wird, zu vermeiden suchen.

7. Ist solches aber nicht möglich, so mufs die Oberfläche der neuen Strafse wenigstens um 1 Fufs, besser aber um 2 Fufs hoch über den höchsten bekannten Wasserstand gebaut werden, wenn sie nur in einem Stauprofile liegt.

8. Liegt sie in einem Strömungsprofile, so ist, aufser der im vorigen Paragraph angegebenen Bedingung, auch noch die zu erfüllen nöthig, dafs der Wasserlauf nicht auf eine für die Strafse und die stromaufwärts liegenden Grundstücke nachtheilige Weise gehemmt werde.

9. Das heifst also, es müssen Brücken erbauet werden, deren Öffnung hinreichend grofs ist, dafs kein nachtheiliger Stau oberhalb, oder eine zu grofse Geschwindigkeit zwischen den Pfeilern oder Jochen, oder beides zugleich, entstehen könne.

10. Dazu ist es nöthig, die Wassermenge auszumitteln, die in jeder Zeitsecunde durch die Öffnungen der anzulegenden Brücken fliefsen mufs, wovon in der Abtheilung vom Strombau das Erforderliche vorkommen wird.

11. Je geringer die Weite der Öffnungen der fraglichen Brücken ist, desto höher wird der Stau vor denselben und desto gröfser die Geschwindigkeit des darunter durchfliefsenden Wassers, mithin die Gefahr der Unterspühlung sein. Was zu thun sei, um dergleichen zu verhüten, wenn einmal die Verengung des Flusses nicht vermieden werden kann, wird in der Abtheilung vom Brücken-Bau erwähnt werden.

12. Es kommen indessen mit unter Fälle vor, wo die Kosten des Baues einer zu *allen* Zeiten wasserfreien Kunststrafse, wegen der gar zu grofsen Ausdehnung der nöthigen Brücken, sich so hoch belaufen würden, dafs der Nachtheil der Erschwerung oder gänzlichen Unterbrechung der Fahrt (welche doch in jedem ungünstigen Jahre nur etwa zweimal während einiger Tage Statt zu finden pflegt) nicht so grofs ist, dafs er die Mehrkosten überwiegt; oder auch Fälle, wo sich bei dem lückenhaften Zustande der Hydraulik, durchaus nicht mit hinreichender Sicherheit vorausbestimmen läfst, welche Folgen die Anlage eines neuen Strafsendammes mit Brücken haben werde, vorzüglich auf die oberhalb liegenden Ländereien. In solchen Fällen *) mufs man sich damit begnügen, eine neue Strafse so zu bauen, dafs sie nur an einer oder an etlichen Stellen, während hoher Anschwellungen der in ihrer Nähe befindlichen Gewässer, überschwemmt werden kann, jedoch nur in möglichst geringer Ausdehnung und in möglichst geringer **) Höhe.

---

*) Fälle wo die Bau-Art der Strafsen von der gröfseren oder geringeren Sicherheit der hydraulischen Berechnungen abhängt, möchten wohl nicht leicht vorkommen. Wenn man überhaupt die Wahl hat, eine Strafse wasserfrei zu bauen oder nicht (was nicht immer der Fall ist), so kann die Entscheidung nicht leicht von der Sicherheit der Berechnung der Brücken-Öffnungen, sondern nur mehr von den Kosten abhängen, welche Brücken erfordern würden, die unzweifelhaft hinreichend grofs sind.
Anm. d. Herausg.

**) Wenn eine Strafse nicht ganz wasserfrei gebaut werden kann oder soll, so ist es selten gut, die Überströmung sehr zu beschränken, weil dazu grofse Fluthbrücken nöthig sein würden, deren Kosten und Gefahr man eben vermeiden wollte. Es pflegt vielmehr besser zu sein, dafs man in solchen Fällen die Fluth möglichst ganz und frei über- und durchströmen lasse. Damit aber die Passage so wenig als möglich unterbrochen werde, läfst man die Fluth, wenn es angeht, in so geringer Höhe überströmen, dafs die Strafse, unter schicklichen Vorsichts-Maafsregeln, auch noch während der Überströmung, wenigstens für Posten, Kriegs-Fuhrwerke und Frachten fahrbar bleibe. Die Länge der Überströmung ist in solchen Fällen fast gleichgültig. Es giebt Kunststrafsen durch Stromgebiete, über welche das Wasser bei Fluthen wohl eine Meile lang überströmt. Sobald aber selbst der niedrige Damm das Fluth-Profil beschränkt, dürfen hinreichende Brücken darin nicht fehlen. Anm. d. Herausg.

Zu *B.* Von der Entwässerung der Strafsen.

13. Wenn das aus der Atmosphäre auf die Oberfläche einer Kunststrafse niederfallende Regenwasser, und das aus darauf gefallenem Schnee, Hagel u. s w. entstehende, bald wieder entfernt werden soll, so muſs man theils den Abfluſs, theils die Verdunstung zu befördern suchen.

14. Daſs Erstere geschiehet dadurch, daſs man sowohl das Längen- als das Quergefälle der Strafse so groſs macht, als es, ohne Nachtheil in anderer Hinsicht, worüber weiter unten das Erforderliche vorkommen wird, angehet; das Letztere aber dadurch, daſs man nicht allein die Oberfläche der Strafse gegen das Terrain so hoch legt als möglich, sondern auch die Mitternachtsseite der Berg-Abhänge zu vermeiden sucht, damit die Wirkung des Sonnenscheins benutzt werde.

15. Das Längengefälle darf zwar eine gewisse Grenze nicht überschreiten, welche durch die (2. *C.*) angegebenen Bedingungen bestimmt wird; allein es darf auch nicht ganz fehlen, weil selbst bei der gröſsten Sorgfalt schwache Geleise entstehen, die verhindern, daſs durch das Quergefälle allein, das Regenwasser u. s. w. vollkommen abgeführt werde. Deshalb muſs an Stellen, wo die Oberfläche des Bodens ganz, oder wenigstens beinahe wagerecht ist, die Oberfläche der Strafse abwechselnd eine geringe Steigung und einen geringen Fall nach der Länge erhalten, also wellenförmig gemacht werden. Für die Preuſsischen Staaten ist bestimmt, daſs der geringste Abhang $\frac{1}{576}$ der Länge, oder $\frac{1}{4}$ Zoll auf die Ruthe von 12 Fuſs Preuſs. sein soll. Die Oberfläche der Strafse darf aber deshalb nie unter den gewachsenen Boden, durch Ausgrabung, an den Stellen welche tiefer zu liegen kommen müssen, versenkt werden; sie ist vielmehr an den Stellen, welche höher liegen müssen, durch Aufschüttung zu erhöhen, wovon die Ursachen weiter unten vorkommen werden.

16. Je gröſser das Gefälle der Länge nach ist, je geringer kann das Quergefälle sein. Für die Preuſs. Staaten ist Folgendes vorgeschrieben.

„Die Wölbung der Steinstrafse muſs auf jeden Fuſs der Breite, bei einem (Längen-) Gefälle von $\frac{1}{4}$ bis 1 Zoll auf die Ruthe (von 12 Fuſs) $\frac{1}{2}$ Zoll betragen, bei einem Gefälle von 2 bis 3 Zoll, $\frac{1}{3}$ Zoll, bei 7 bis 8 Zoll Gefälle $\frac{1}{4}$ Zoll u. s. w., nach Verhältniſs des Gefälles."

(Anweisung zur Anlegung, Unterhaltung und Instandsetzung der Kunststrafsen. Berlin, 1824.)

Unter „Steinstrafse" wird der aus Steinen oder Kies (Grand) gebildete Theil der Kunststrafse verstanden, welcher vorzugsweise für die Fuhrwerke bestimmt ist. Längs dieser Steinstrafse mufs gewöhnlich noch auf jeder Seite, ein sogenanntes (Erd-) Banket liegen, dessen Breite selten 6 Fufs übersteigt, und welches nur dann weniger als 2 Fufs breit sein darf, wenn es, eben wie der anliegende Seitengraben, gepflastert wird. Zuweilen erlaubt aber auch die ebene Lage und der geringe Werth der Grundstücke, über welche die Kunststrafse geführt werden soll, das eine oder das andere Banket so breit zu machen, dafs ein Theil desselben, während der Sommermonate, als Fahrweg benutzt werden kann, wodurch ein sogenannter Sommerweg entsteht *). Dafs alle Bankets, gleich der Steinstrafse, Quergefälle erhalten müssen, ist klar. In der vorgedachten „Anweisung etc." ist der Abhang für die Sommmerwege auf $\frac{1}{21}$ der Breite bestimmt.

17. Um die Oberfläche einer Kunststrafse über die einer beinahe wagerechten Ebene, über welche sie geführt werden soll, zu erhöhen, ist Aufschüttung nöthig. Dazu wird man natürlich die wohlfeilsten Materialien, oder was in der Regel gleichbedeutend ist, die in der möglich geringsten Entfernung vorhandene Erde nehmen, in sofern sie brauchbar ist, was jedoch fast immer der Fall sein möchte, da man, wenn sie zu fett sein sollte, nur die oberste, etwa 6 bis 8 Zoll starke Lage mit Sand, und wenn sie zu mager sein sollte, mit Lehm zu vermischen braucht **). Die erforderliche Erde wird aber, wenn die Kunststrafse über eine (wenigstens beinahe) wagerechte Ebene geführt werden soll, ganz, oder doch gröfstentheils aus Seitengräben erfolgen, die dann ohnehin nöthig sind, damit das von der Strafse zur Seite abfliefsende Wasser einen geregelten Lauf längs der Strafse erhalte und sich nicht über die anliegenden Felder verbreiten könne ***).

---

*) Sommerwege sind nicht blofs dann rathsam, wenn die Grundstücke, über welche die Strafse führt, geringen Werth haben, sondern können es selbst auch noch sein, wenn die Grundstücke sehr theuer sind. Denn die Sommerwege vermehren die Bequemlichkeit einer Strafse sehr und vermindern die Unterhaltungskosten, weil die Steinbahn durch sie im Sommer geschont wird. Wenn Steine und Kies theuer sind, kann diese Ersparung sehr bald viel gröfser sein, als die Zinsen der Kosten für das Terrain zum Sommerwege. Anm. d. Herausg.

**) Die Mischung ist wohl nur möglich, wenn verschiedene Erd-Arten in der Nähe zu haben sind. In sandigem Terrain findet man meistens auch Lehm, seltener in fettem Boden Sand. Anm. d. Herausg.

***) Wenn ein hoher Damm z. B. durch ein Flufs- oder Stromgebiet geschüttet werden mufs, so sind Seiten-Gräben nicht hinreichend zu der nöthigen Erde. Man

18. Ist aber die Oberfläche des Bodens, über welchen die Kunststrafse geführt werden soll, nicht beinahe wagerecht, sondern uneben, und der Abhang nach der Länge hier und da stärker als er sein darf, so müssen zunächst höhere Aufschüttungen in den tiefer liegenden Stellen des Bodens oder in den Senken gemacht werden. Ist die Tiefe der Senken nicht bedeutend, so hilft man sich durch Vergröfserung des Querschnitts der Seitengräben; wo diese nicht hinreicht, durch Ausgrabung von Erdreich in der Nähe der zu erhöhenden Stellen neben der Strafse, oder auch durch Abtrag der anliegenden Höhen, die in die Richtung der Strafse fallen, oder durch beide Mittel zugleich.

19. Bei Ausgrabungen neben der Strafse müssen die Gruben weder zu tief, noch zu flach sein; im ersten Falle sind zwar die Kosten für den Ankauf des dem Anbau entzogenen Bodens geringer, aber die Förderungskosten gröfser, und es werden Behälter von stehendem Wasser gebildet, die der Umgegend schädlich werden können, so dafs die Nachtheile die Vortheile überwiegen können; im zweiten Falle ist zwar eine gröfsere Fläche zu bezahlen, aber sie behält auch nach der Ausgrabung noch Werth, zumal wenn der Humus, in so fern er von solcher Güte ist, dafs die Kosten gedeckt werden, einstweilen bei Seite geschafft und hernach wieder ausgebreitet wird, wobei dann die Ufer der Gruben eine flache, wenigstens 6füfsige Böschung erhalten.

20. Ausgrabungen in der Strafsenlinie selbst, um die zu den Aufschüttungen nöthige Erdmasse zu erhalten, bilden Hohlwege an den höher liegenden Stellen. In solchen Hohlwegen trocknet die Oberfläche der Strafse schwerer aus als an den freiliegenden Stellen, und es sammelt sich darin im Winter häufig eine Menge Schnee, weshalb solche Einschnitte so viel als nur möglich vermieden werden müssen. Nach §. 24. der angeführten „Anweisung etc." mufs die Böschung der Erdwände unvermeidlicher Hohlwege an der Mitternachtsseite wenigstens dreifüfsig sein, um dem Son-

---

nimmt dieselbe dann von Anhöhen, in so fern sie nicht zu entfernt liegen, und wenn es dergleichen nicht giebt, in der Nähe, aus Gruben. Diese Gruben können in geringer Entfernung neben dem Damm liegen. Ist jedoch zu befürchten, dafs sich darin bei Überschwemmungen ein Wasserlauf bilde, der dem Damm oder der umliegenden Gegend gefährlich sein würde, so dürfen die Gruben nicht ununterbrochen längs dem Damm gezogen werden, sondern müssen Streifen bilden, die etwa senkrecht auf den Damm zugehen. Ist der Damm nicht wasserfrei, sondern wird er von Fluthen überströmt, so dürfen unterhalb, in der Nähe des Dammes, keine Graben und Gruben sein, damit das Wasser den Boden nicht auswühle. Anm. d. Herausg.

nenschein möglichst Zutritt zu verschaffen; in anderer Lage wenigstens zweifüfsig *).

21. Häufig mufs eine Kunststrafse längs einem Berg-Abhange geführt werden, wo also der gewachsene Boden auf der einen Seite höher, auf der anderen tiefer liegt als die zu bildende Oberfläche der Strafse. Alsdann mufs an der einen Seite abgetragen, an der andern aufgefüllt werden. Hat der Berg-Abhang im Querschnitt eine geringere Neigung gegen die wagerechte Ebene, als die natürliche Böschung der Erd-Art woraus der Querschnitt der Strafse gebildet werden mufs, so wird der Auftrag an der Thalseite aus dem Abtrage an der Bergseite genommen; ist die Neigung gröfser, so sind Futtermauern nöthig, und zwar an beiden Seiten der Strafse **).

22. Im ersten Falle wäre es am natürlichsten, den Querschnitt des Abtrags dem des Auftrags gleich zu machen; allein manche Schrift-

*) Nach des Herausgebers Überzeugung, die sich auf vieljährige Beobachtungen und Erfahrungen gründet, sind die Fälle, wo Einschnitte deshalb gemacht werden müssen, um Erde zu Aufschüttungen zu erhalten, sehr selten, und die sonst wohl aufgestellte Regel, dafs der Abtrag dem Auftrage gleich sein solle, ist nach seiner festen Überzeugung, allgemein genommen, unrichtig und verderblich. Einschnitte sind in der Regel nur dann nöthig und folglich statthaft, wenn ohne sie die Aufschüttungen zur Verminderung des Gefälles gar zu kostbar sein würden. Kommt aber wirklich ein Fall vor, wo die Erde nur aus Einschnitten zu erlangen ist, so können die Böschungen derselben nicht flach genug sein, und es ist gut, wenn man sie zu beiden Seiten 6füfsig macht. Um so mehr Erde erhält man daraus und um so geringerer Tiefe bedarf der Einschnitt. Anm. d. Herausg.

**) Die Regel, dafs eine Strafse an Berg-Abhängen entlang halb in dieselben eingeschnitten werden müsse, ist zwar im Allgemeinen, wenigstens in so fern die Strafse an dem Abhange höherer und steilerer Abhänge, und an der Mitternachtsseite liegt, richtig; allein auch in diesem Falle hat die Regel noch viele Ausnahmen. Zuweilen ist es nach den örtlichen Umständen nothwendig, sie tiefer einzuschneiden, sehr oft aber besser, sie gar nicht einzuschneiden, sondern wenn, wie es häufig der Fall ist, an dem Fufse des Abhanges eine Ebene sich befindet, zum Beispiel das Thal eines Flusses oder Baches, sie in gerader Linie, mehr oder weniger entfernt von dem Fufse des Abhanges, frei über das Thal hingehen zu lassen. Läfst sich die Strafse nicht an die Sonnenseite, sondern nur an mehr oder weniger beschattete Seiten der Abhänge legen, so ist es besser, sie so wenig als möglich, und besser, gar nicht einzuschneiden. Ist der Abhang sehr flach und das Terrain nach der Seite nur etwas abhängig, und sonst frei, so darf die Strafse gar nicht eingeschnitten werden, sondern mufs vielmehr, selbst an der Bergseite, noch etwas über dem Terrain erhöhet sein. Abhänge, die steiler sind als eine künstliche Böschung, sind sehr selten, und in so steiles, meistens felsiges Terrain ist es ebenfalls nicht gut die Strafse einzuschneiden, aufser wenn es sich nicht vermeiden läfst, für welche Fälle keine allgemeine Regeln gegeben werden können. Futtermauern sind meistens, selbst wenn sich die Steine zur Stelle befinden, im Verhältnifs gegen Erdböschungen sehr kostbar. Futtermauern an der Bergseite sind sehr nützlich, dürfen aber meistens nicht viel höher sein als die Krone des Dammes über der Sohle des Grabens, der an der Bergseite nie fehlen darf. Anm. d. Herausg.

steller über Strafsenbau sind der Meinung, dafs man den Querschnitt des Abtrags kleiner machen müsse als den des Auftrags, weil die Erde, nachdem sie abgegraben und anderwärts hingeschafft worden, einen gröfseren Raum einnimmt als vorher. Diese Ansicht dürfte jedoch nicht richtig sein, da auf der einen Seite jede Aufschüttung höher gebracht werden mufs, als sie, nach erfolgtem Setzen bleiben soll, und auf der andern der Böschungswinkel der Anschüttung mit geringen Mehrkosten kleiner wird, wodurch die Festigkeit der Strafse bedeutend gewinnt.

23. Im zweiten Falle werden die erforderlichen Futtermauern, wenigstens auf der Bergseite der Strafse, von Bruchsteinen in Moos aufgeschüttet werden können. Da dann gewöhnlich die Bruchsteine ganz in der Nähe und für geringe Kosten zu gewinnen sind, so mache man diese Mauern lieber zu stark als zu schwach. Die Futtermauern auf der Thalseite müssen zuweilen sorgfältig verfertigt und mit unter sogar in Kalk aufgeführt und auf Rosten gegründet werden. Das dabei zu Erinnernde kommt weiterhin vor.

24. Ist eine solche Futtermauer von Bruchsteinen in Moos aufgesetzt, so wird es zwar in der Regel nicht von erheblichem Nachtheile sein, wenn sich das Wasser, welches sich hinter derselben zusammenzieht, durch dieselbe drängt; aber wenn sie in Kalkmörtel aufgeführt ist, mufs solches so viel als möglich verhindert werden. Deshalb legt man quer durch die Mauer überdeckte Canäle, etwa 6 Zoll weit und hoch, und zwar um so näher an einander, je quellenreicher der Berg-Abhang ist, und je höher derselbe sich über die Oberfläche der Strafse erhebt.

25. Es ist schon §. 18. von Seitengräben die Rede gewesen. Wo der Boden, über welchen die Kunststrafse geführt werden soll, nur wenig von der wagerechten Ebene abweicht, reichen Gräben hin, deren Sohlenbreite 2 Fufs ist, deren Sohle 2 Fufs unter der innern Kante liegt, und deren innere (d. h. an der Strafsenseite liegende) Böschung mindestens $1\frac{1}{2}$füfsig, die äufsere aber mindestens 1füfsig ist*); vorausgesetzt, dafs die Sohle einen gleichförmigen Abhang, von jedem beziehungsweise höchsten bis zu jedem solchen tiefsten Punct des Bodens habe, und dafs nicht

*) Es ist besser, die äufseren Graben-Böschungen sehr flach zu machen, z. B. 6füfsig, weil dann das Terrain, bis 2 Fufs vom Fufse der innern Böschung wieder cultivirt und benutzt, auch die äufsere Böschung nicht so leicht abgespühlt werden kann.
Anm. d. Herausg.

der Niederschlag von bedeutenden, gegen die Strafse abhängigen Flächen in den Graben fliefse. Im entgegengesetzten Falle mufs die Sohlenbreite des Grabens und allenfalls auch seine Tiefe vergröfsert werden. Was dabei zu berücksichtigen sei, und wie man, wenigstens näherungsweise, die Wassermenge finden könne, welche durch einen solchen Graben abgeführt werden mufs, wird weiterhin erwähnt werden.

26. Ist man mit der Grabensohle bis zu einer, beziehungsweise tiefsten Stelle des Bodens gekommen, so wird hier der Boden, meistens quer auf die Richtung der Strafse, selten aber zu beiden Seiten von derselben, abfallen. Dann mufs das oberhalb im tiefsten Puncte der Grabensohle zusammenfliefsende Wasser durch die Strafse geführt werden, was entweder vermittelst einer Brücke oder auch wohl einer Mulde geschieht.

27. Ist nur wenig Wasser von einer Seite der Strafse nach der andern zu führen, so kann die Brücke ein sogenannter Deckel-Canal sein; d. h. es werden, etwa 2 Fufs im Lichten von einander entfernt, zwei Mauern durch die ganze Strafsenbreite von Steinen in Moos gesetzt aufgeführt, die Sohle oder der Heerd wird dazwischen mit Steinen gepflastert und oben wird der Canal mit platten Steinen, von etwas über $2\frac{1}{2}$ Fufs lang und mindestens 6 Zoll dick, bedeckt. Sind solche Decksteine in der Nähe nicht zu haben, so wird der Canal überwölbt; dann aber ist es besser, die Seitenmauern, weil sie als Widerlager dienen sollen, in Kalkmörtel aufzuführen.

Ist mehr Wasser durch die Strafse zu führen, so sind gröfsere Brücken nöthig, worüber das Nöthigste in der folgenden Abtheilung vorkommen wird.

28. Die §. 26. erwähnten Mulden sind gepflasterte Wasserbetten quer durch die Breite der Strafse, und vertreten zuweilen die Stelle der Brücken, um Kosten zu ersparen. Damit die durch eine solche Mulde fahrenden Wagen bei ihrer Ankunft in der tiefsten Stelle nicht einen zu starken Stofs erhalten, und nicht zu grofse Anstrengung des Zugviehes nöthig sei, um sie wieder aus der Mulde zu schaffen, müssen die Mulden so flach sein als möglich. (Sganzin giebt in seinem „*Cours de construction*" den Mulden $\frac{1}{18}$ ihrer Länge zur Tiefe, was aber noch zu viel sein dürfte.) Sehr flache Mulden haben aber wieder den Übelstand, dafs sie auf einen bedeutenden Theil ihrer Länge mit Eis bedeckt werden, sobald nach nassem Wetter Frost eintritt, was von erheblichem Nachtheil für das Fuhr-

werk sein kann. Daher solten Mulden, wenn es nur irgend möglich ist, vermieden werden.

29. Hieher gehört der §. 51. der früher erwähnten „Anweisung etc." Derselbe lautet wie folgt: „Wo Wild- und Giefsbäche die Strafsen zuweilen überströmen, werden, um kostbare Brücken zu ersparen, in hohen Anschüttungen, welche bei aufserordentlichen Ergiefsungen dennoch nicht zureichen, gepflasterte Überfälle, nach der Breite der Strafse wagerecht, an den Ufern aber, vorzüglich nach dem Abfalle hin, mit sanfter Böschung angeordnet: dergleichen Überfälle finden aber nur in dringenden, im Erläuterungs-Protocoll besonders zu beschreibenden Fällen Statt. Der Rücken des Überfalls, der Länge nach, wird wagerecht gebaut."

30. Solche Überfälle sind aber, wenigstens in Bezug auf die Böschungen, als Überlafs-Deiche zu behandeln, wovon in der Abtheilung „vom Deichbau" die Rede sein wird. Es möchte sogar von Nutzen sein, die obere Seite des Querschnitts der Strafse nach der stromabwärts liegenden Kante etwas steigen zu lassen, da dann die doch immer ziemlich kleinen Bestandtheile des Deckmaterials wenigstens grofsentheils auf der Strafse liegen bleiben und nicht ganz fortgeführt, sondern höchstens verschoben werden können, also nur wieder zurückgebracht und nicht durch neue ersetzt zu werden brauchen.

31. Als Überfälle sind auch diejenigen Strafsenstrecken anzusehen, welche auf einen Boden zu liegen kommen, der bei hohen Anschwellungen eines in der Nähe liegenden Flusses überströmt (nicht blofs überschwemmt) wird, und deren Oberfläche man nur so hoch über den gewachsenen Boden erhebt, dafs sie bei der höchsten Anschwellung des Flusses überflossen werden. In solchen Fällen kommt es nicht blofs darauf an, die Kosten zu ersparen, welche hinlänglich weite Brücken erfordern würden, sondern auch darauf, ob mit Zuverlässigkeit ausgemittelt werden könne, wie viel Wasser durch die im Strafsendamme anzulegenden Brücken abgeführt werden müsse, und wie grofs dieselben zusammengenommen, werden müssen, wenn kein nachtheiliger Stau oberhalb entstehen soll. Der Querschnitt des durch die Senke bei hoher Anschwellung des Flusses strömenden Wassers wird sich zwar in der Regel ziemlich genau ausmitteln lassen; allein zur Bestimmung der durch denselben fliefsenden, also durch die anzulegenden Brücken zu führenden Wasser-

menge mufs auch die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in demselben Querschnitte bekannt sein. Tritt grade während der Verfertigung des Entwurfes zur neuen Strafse ein sehr hoher Wasserstand ein, so kann die gedachte mittlere Geschwindigkeit durch unmittelbare Messung (wovon in der Abtheilung über Strombau das Nähere) ausgemittelt werden. Wo nicht, so mufs man sich mit Rechnungen begnügen, die, bei dem jetzigen mangelhaften Zustande der Hydraulik, leicht auf so grofse Irrthümer führen können, dafs daraus bedeutende Nachtheile für einen die höchsten Wasserstände übersteigenden, mit Brücken-Öffnungen versehenen Strafsendamm zu befürchten bleiben.

Soll der Strafsendamm stets oder vollkommen wasserfrei werden, so mache man die Brücken lieber viel zu weit, als selbst nur um eine Kleinigkeit zu enge. Soll er nicht stets oder vollkommen wasserfrei sein, und dauern die Überströmungen nur kurze Zeit (1 bis 2 Tage), so lege man lieber den neuen Strafsendamm so tief, dafs seine Oberfläche noch etwas (etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs hoch), im Nothfalle, überströmt werden könne *).

32. Wird eine Strafse längs eines Berg-Abhanges geführt, so ist zwar auf der Thalseite kein Graben nöthig **), wohl aber auf der Bergseite. Sehr häufig erhält hier die Grabensohle ein so bedeutendes Gefälle, dafs sie sowohl als die Ufer vom strömenden Wasser angegriffen werden würde, wenn nicht beide durch eine hinreichend feste Bedeckung gesichert würden.

Hat der Graben nur auf eine geringe Länge starken Abhang, und ist die abzuführende Wassermenge nicht grofs, so reicht zuweilen die Belegung der Ufer und der Sohle mit Rasen hin; im entgegengesetzen Falle pflastert man den Graben muldenförmig. Zuweilen reicht jedoch auch dies nicht hin, und dann ist es nöthig, die Sohle treppenförmig zu gestalten, oder im Graben, in angemessenen Entfernungen kleine Überfälle zu machen. Dadurch erhalten die gröfsern Theile der Grabensohlen immer

*) Aber auch dann sind noch Brücken im Damme nöthig, in so fern der Damm noch das Fluth-Profil mehr oder weniger versperrt. Die Öffnung dieser Brücken mache man nie zu enge, sondern lieber zu grofs und messe sie nicht nach künstlichen, täuschenden Rechnungen ab, sondern nach practischen Regeln und Beobachtungen der örtlichen Umstände. Anm. d. Herausg.

**) Nemlich in so fern das Terrain unterhalb des Dammes so stark abhängt, dafs das Wasser von selbst zur Seite abfliefst. Anm d. Herausg.

nur einen geringen Abhang, eben so viel kürzere aber einen um so grösseren, wobei diese freilich um so stärker angegriffen werden; allein es wird in der Regel weniger kostspielig sein, einige kurze Stellen stärker zu verwahren, als den ganzen Graben schwächer.

Solche kleine Überfälle müssen immer aus möglichst grofsen Steinen gemacht werden, die nach der Richtung ihrer längsten Abmessung, normal auf die Oberfläche des durch sie zu bildenden Theils der Grabensohle in eine starke Lage Sand gesetzt werden. Man findet indessen, dafs selbst sehr lange Steine vom darüber hinfliefsenden Wasser, auch bei sorgfältiger Arbeit, losgespühlt und fortgewälzt werden. Ein Mittel, solches zu verhüten, ist: Schwellen, allenfalls auf einige mit einer Handramme tiefer geschlagene Pfähle gezapft, zu legen, welche mit der Oberkante der untersten Reihe Steine beinahe gleich hoch, aber nicht über der Sohle des unterhalb folgenden Grabentheils liegen, und gegen welche sich das Pflaster stützt. Zwar werden solche Schwellen alle 15 bis 20 Jahr erneuert werden müssen; allein dies ist mit geringen Kosten verbunden, die reichlich durch die längere Erhaltung des Pflasters ersetzt werden. In der Regel wird es nöthig sein, solchen kleinen Überfällen Seiten- und allenfalls auch Flügel-Mauern zu geben, die jedoch, bei ihrer ungleichen Stärke, nur in Moos aufgesetzt zu werden brauchen, jedoch sorgfältig unterhalten werden müssen*).

33. Man siehet hieraus, wie wichtig es ist, das in einen Seitengraben einer Kunststrafse sich sammelnde Wasser nicht zu weit in demselben fortzuführen, sondern es sobald als möglich seitwärts abzuleiten, wozu jede Schlucht, in der Nähe der Strafse, in so fern sie von der Strafse ab Gefälle hat, und nicht die unterhalb liegenden Grundstücke darunter leiden, benutzt werden mufs.

34. Wird eine Strafse längs eines Berg-Abhanges geführt, so sind über die Schluchten Durchlässe oder weitere Brücken, quer durch die Strafse nöthig. Wollte man mit dem Heerdpflaster des Durchlasses oder der Brücke von der Sohle des Grabens an der Bergseite nach dem Fufse der Böschung auf der Thalseite gehen, so müfste dasselbe völlig wie der

*) Eine sehr starke Befestigung der Sohle und Seitenwände der Chaussée-Gräben kann bei regelmäfsig gebauten Strafsen nur selten vorkommen; denn das stärkste Gefälle der Strafse, der Länge nach, ist 8 Zoll auf die Ruthe, und auf diesen Abhang reicht auch schon eine mäfsige Befestigung, selbst in losem Terrain, hin.

Anm. d. Herausg.

Abfallheerd eines Überfalls behandelt, also sehr stark gebauet werden, und die Seitenmauern oder Stirnpfeiler der Brücken ebenfalls. Daher wird es in der Regel am besten sein, dem Brückenheerd-Pflaster nur einen geringen Abhang zu geben, dagegen aber am obern Ende der Brücke eine Art von Schacht zu machen, auf dessen Boden das im Seitengraben herunterkommende Wasser fast lothrecht hinab fällt, so dafs der Boden des Schachtes fast allein von dem herabstürzenden Wasser angegriffen wird und als **Sturzbette** (wovon später die Rede sein wird) dient. Bedarf der Schacht nur einer geringen Weite, so kann man den Boden desselben, wenigstens in den meisten Fällen, mit einer einzigen, etwa 6 Zoll dicken Steinplatte bedecken, jedoch mufs diese dann, wenigstens um 3 bis 4 Zoll auf jeder Seite, unter die den Schacht umgebende Mauer greifen. Mufs der wagerechte Querschnitt des Schachtes gröfser sein, so nehme man zum Boden desselben so grofse Steinplatten, als nur irgend zu erhalten sind, um die Menge und die gesammte Länge der Stofsfugen so klein als möglich zu machen, und spunde sogar die Steine halb. Dafs die Platten eine unprefsbare Unterlage, also allenfalls eine Untermauerung, vielleicht sogar auf einem Roste, erhalten müssen, braucht kaum erwähnt zu werden.

35. Wenn eine Strafse auf einem ihrer Länge nach stark steigenden, der Breite nach aber beinahe wagerechten Boden gebaut werden soll, so sind an beiden Seiten Gräben nöthig, die dann eben so behandelt werden wie die vorerwähnten. Nur ist zu bemerken, dafs sich in diesem Falle bald auf der einen, bald auf der andern Seite Gelegenheit zur Ableitung des Wassers aus den Gräben finden wird, und dann führt man das Wasser durch Durchlässe bald von der linken zur rechten, bald von dieser zu jener, wie es die Örtlichkeit vorschreibt *).

36. Dafs die untern Enden des Heerdes der Durchlässe und der Überfälle auf das sorgfältigste gegen Auskolkung gesichert werden müssen, versteht sich von selbst.

37. Um über die Seitengräben von der Strafse nach den anliegenden Grundstücken zu gelangen, müssen, mit Ausschlufs der Stellen wo Wasserscheiden liegen und wo blofs ein Stück Graben wegzubleiben braucht, Brücken gebaut werden. Man kann unterscheiden: **Verbindungsbrücken**, wo eine bereits vorhandene Strafse, die neue schnei-

*) Nemlich um das Wasser möglichst bald seitwärts von der Strafse zu entfernen. Anm. d. Herausg.

det; Feldbrücken, welche nur von der Strafse nach den anliegenden Grundstücken führen, und von den Erntewagen etc. benutzt werden; Trift-Brücken, über welche blofs Viehheerden nach und von der Weide getrieben werden. Die Länge der Gewölbe der Verbindungsbrücken hängt von der Breite der Strafse ab, zu der sie gehören; Feldbrücken müssen etwa 12 Fufs breit sein; Triftbrücken wohl 24 Fufs, weil das Vieh sonst zu leicht durch den Graben geht und denselben beschädigt *).

38. Das Banket oder der Sommerweg mufs vor jeder solchen Brücke, eben wie ihre Oberfläche, gepflastert werden.

39. Über sehr flache ausgepflasterte Seitengräben läfst man allenfalls die Brücken weg, und das Fuhrwerk und die Heerden durch den Graben gehen.

Zu *C.* Vom Gefälle der Strafsen nach der Länge.

40. Hier dürfte es zweckmäfsig sein, die über den fraglichen Gegenstand sprechenden Paragraphen der erwähnten „Anweisung etc." herzusetzen.

„§. 22. Alles Steigen und Fallen einer Kunststrafse, welches stärker ist als das weiter unten bestimmte, zum Abflufs des Wassers nothwendige Gefälle, mufs möglichst vermieden werden. Kann eine Höhe von 100 Fufs durch einen Umweg von 120 Ruthen umgangen werden, und so verhältnifsmäfsig gröfsere Höhen, so hat der Umweg, in so fern sonst gegen seine örtliche Lage nichts zu erinnern ist, gegen die kürzere Linie über die Höhe den Vorzug. Bei unvermeidlichem Steigen und Fallen darf der Abhang einer Kunststrafse nie mehr als acht Zoll auf die laufende Ruthe, oder $\frac{1}{18}$ der Länge, und zwar bis auf eine Höhe von 100 Fufs betragen."

„§. 23. Mindestens mufs dagegen der Abhang überall $\frac{1}{4}$ Zoll auf die Ruthe oder $\frac{1}{576}$ der Länge sein, und wo die Bahn im ganzen wagerecht liegt, in kürzern Strecken abwechseln. Die Bahn mufs daher, damit sie überall vollständig entwässert werde, stets steigen oder fallen. Doch darf bei Vertheilung des Gefälles über Berge, ehe nicht die gröfste Höhe erreicht ist, um auf der andern Seite wieder hinabzusteigen, die einmal gewonnene Höhe wo möglich nicht wieder aufgegeben werden,

*) Der Feld- und Trift-Brücken müssen aber so wenig sein als möglich, weil sie kostbar sind und den Abflufs des Wassers in den Gräben mehr oder weniger hemmen. Anm. d. Herausg.

sondern die Strafse mufs bis auf den Gipfel beständig steigen. Wechselt das gröfste Gefälle von 8 Zoll auf die Ruthe nicht mit geringerem, namentlich höchstens 6zölligem Gefälle auf längere Strecken ab, so mufs, auf jede folgende 100 Fufs Höhe, das Gefälle um $\frac{1}{2}$ Zoll auf die Ruthe vermindert werden, bis es nur noch 6 Zoll auf die Ruthe beträgt, welches bis auf die gröfste Höhe ununterbrochen beibehalten werden kann."

Zu *D.* Von der Richtung der Strafsen.

41. Ist zwischen den gegebenen Anfangs- und Endpuncten einer Kunststrafse der Boden ziemlich eben, wenigstens der Abhang nirgend stärker als $\frac{1}{18}$ der Länge und liegen zwischen Anfangs- und Endpunct keine Sümpfe, Moräste, Teiche, Landseen, Überschwemmungen ausgesetzte Thäler, Sandschollen u. dgl., so ist die gerade Richtung für eine Kunststrafse die beste. Der Einwand, dafs den Reisenden lange grade Strafsenstrecken langweiliger sind als krumme, ist zu unerheblich; erst kommt der Nutzen und dann das Vergnügen, und wer solch' einen Einwand macht, wird sich auch wohl noch öfter ennuyiren, als eben wenn er auf einer langen geraden Chaussée fährt, und also den kleinen Zuschufs von Langeweile wohl noch mit ertragen können *).

42. Finden aber nicht so günstige örtliche Umstände Statt, so mufs man von der geraden Richtung abweichen; jedoch nicht weiter als die Nothwendigkeit es erfordert. Liegen in der Nähe der geraden Linie von einem Endpuncte bis zum andern bedeutende Orte, so führt man die Strafse durch dieselben, in so fern die Stellung der Gebäude des Orts so ist, dafs man nicht zu viele und zu starke Biegungen machen darf, dafs die Strafse überall hinlänglich breit werden und das Wasser schnell abgeleitet werden könne. Im entgegengesetzten Falle führt man die neue

*) Obgleich das Letztere gewifs sehr richtig ist und man schwerlich um Reisender willen, die an Empfindsamkeit leiden, Chausséen krumm statt gerade bauen wird, so kann es doch, selbst wenn sich zwischen den gegebenen Anfangs- und Endpuncten einer Chaussée-Strecke gar keine Terrain-Hindernisse finden, reelle Ursachen geben, hie und da von der geraden Linie abzuweichen, z. B. um den Fundörtern der Materialien, oder vielleicht bewohnteren Orten näher zu kommen, oder dieselben, und selbst einzelne Häuser, Gasthöfe und dergleichen zu berühren; selbst um nicht zu viel Äcker zu durchschneiden, wo es sich vermeiden läfst u. s. w.: jedoch müssen solche Anlässe zur Abweichung von der geraden Linie natürlich genau erwogen werden, und man darf die Abweichung nie unerheblicher Ursachen wegen gestatten, nicht vergessend, dafs die Anlässe oft nur temporair sind, wenigstens mit der Zeit gehoben werden, die Strafse aber für immer bleiben soll. Anm. d. Herausg.

Strafse um einen solchen Ort herum, vermeidet aber wo möglich die Nordseite desselben.

43. Seen, Moräste, Brüche, Sandschollen, Wälder und Haiden werden umgangen, wenn die Kosten des Umweges die der Dammschüttungen, der Schutzmittel gegen das Versanden der Strafse u. dergl. nicht zu bedeutend überschreiten, wobei aber auch auf die künftigen Unterhaltungskosten Rücksicht zu nehmen ist *).

44. Die Strafse mufs ferner so viel als möglich vom Ufer eines Sees, Stromes, Flusses, Baches entfernt werden, welcher etwa in der Nähe der Strafsenrichtung vorkommt **). Da jedoch in bergigen Gegenden die Thäler in der Regel am meisten bewohnt sind, und schon deshalb die Strafse häufig im Thale fortgeführt werden mufs ***), so kann es mitunter nicht vermieden werden, dafs der Fufs der einen Böschung des Strafsendammes dem Ufer nahe kommt. Dann sind Schutzmittel nöthig, den Abbruch des Ufers zu verhindern, von welchen erst in der Abtheilung „vom Strombau" die Rede sein kann.

45. In allen Fällen mufs aber wenigstens jedes einzelne Strafsenstück so lang als möglich in gerader Richtung fortgeführt, und dann jedesmal das folgende gerade Stück mit dem vorhergehenden durch eine sanfte Biegung, welche von den Richtungen der beiden anliegenden geraden Linien berührt wird, verbunden werden. Dazu können zwar vielerlei krumme Linien gebraucht werden; man nimmt aber gewöhnlich einen Kreisbo-

---

*) Seen und Moräste wird man wohl meistens ohne Wahl mit einer Kunststrafse umgehen müssen; seltener aber dürfte der Fall sein, wo man sie nicht quer durch Sandschollen, Haiden und Wälder bauen wird, weil die Strafse mit dazu beiträgt, die öde Beschaffenheit solcher Gegenden allmälig zu verbessern.
Anm. d. Herausg.

**) Diese Regel dürfte häufig Ausnahmen leiden. Wenn ein Strom oder Flufs, dessen Richtung in die der Strafse fällt, schiffbar ist, und der Strafse sonst in der Nähe des Stromes eine sichere Lage sich geben läfst, so kann es unter Umständen besser sein, sie näher an den Flufs zu legen, weil, wenn die Schiffahrt auf dem Flufs unterbrochen ist, der Transport der Güter noch auf der Strafse fortgesetzt werden kann.
Anm. d. Herausg.

***) Für Strafsen in bergigen Gegenden, und noch mehr in eigentlichen Gebirgen, ist es eine fast allgemeine Regel, dafs sie in den Thälern liegen müssen. Wenigstens dürfen sie niemals auf den Bergrücken entlang gehen, aufser etwa z. B. Militair-Strafsen, wie die Römer sie bauten. Die Berge müssen nur überstiegen werden, wo es unumgänglich nöthig ist, z. B. die Wasserscheiden, und zwar immer an den niedrigsten Stellen. Strafsen über die Berge hinweg zu bauen, wo Flufsthäler in der Nähe sind, ist in der Regel ein zwar in älterer Zeit nur zu gewöhnlich gewesener, aber ungeheuerer und unverzeihlicher Fehler. Anm. d. Herausg.

gen. Hierher gehört §. 58. der schon erwähnten „Anweisung etc.," wo es heifst:

„Bei Wendungen wird der Bogen, in welchem sich beide Linien vereinigen sollen, ausgesteckt, und zwar mufs sich die Strafse, wenn der Winkel in der Biegung gröfser als 120 Grad ist, um ein Viertel, bis zu 90 Grad aber um die Hälfte verbreiten; bis zu 60 Grad und bei kürzeren Biegungen sind Ruheplätze aufser der Strafsenbreite nothwendig, besonders wenn die Biegung unter einem Abhange liegt. Die Wendungen selbst erhalten niemals Abhang*)."

46. Der zuletzt erwähnte Fall kommt vor, wenn die Strafse aus einem Thale nach einer Hoch-Ebene geführt werden soll, der Berg-Abhang an welchem es geschehen mufs aber so beschaffen ist, dafs man sich mit der Strafse nicht weit von der lothrechten Ebene durch den tiefsten und den höchsten Punct des fraglichen Stücks, welche durch äufsere Umstände gegeben sind, entfernen darf, und mithin genöthigt ist, im Zickzack zu gehen, damit die Steigung nicht das vorgeschriebene Maafs überschreite. Wollte man eine solche Wendung nicht aufserhalb der Strafsenlinie anbringen, so würde sie nicht allein längeren Fuhrwerken, z. B. mit Stammholz beladenen Wagen, nicht hinreichenden Raum gewähren, sondern auch für kürzere sehr unbequem sein, da ihre Oberfläche windschief wird, etwa wie die der Splisse eines Schneckenganges in einer Tonnenmühle. Taf. I. Fig. 1. und 2. stellt Grundrifs und Ansicht einer solchen Wendung und der mit derselben zusammenstofsenden Strafsenstücke vor, wenn beispielsweise die Richtungen der letzten einander unter einem Winkel von 30 Grad schneiden, der Neigungswinkel des Berg-Abhanges gegen die wagerechte Ebene 25 Grad ist und die aufgeschüttete Erde $1\frac{1}{2}$füfsig, die abgegrabene 1füfsig geböscht werden soll. Aus den Querschnitten (Fig. 3.) ist zu sehen, dafs unter den angenommenen Umständen entweder ein Theil des obern Strafsenstücks Hohlweg werden oder eine ungeheure Menge Erde abgegraben werden mufs. Vermindert

*) Die obige allgemeine Regel leidet zuweilen in Bergen Ausnahmen, wo man an felsigen Abhängen entlang, weder gerade Linien noch Kreisbogen machen kann, sondern mit der Strafse fast ganz der Form der Felsen folgen mufs; desgleichen auch bei grofsen Krümmen, die man machen mufs um eine Wasserscheide zu ersteigen, welches in den höheren Theilen der Berge, wo die Schluchten auslaufen, nicht mehr in Thälern zu geschehen pflegt, sondern auf im Grofsen abgerundeten Flächen. Die Krümmen sind in solchen Fällen in der Regel um so besser, je gröfser sie sind.

Anm. d. Herausg.

man aber den Winkel den die Richtungen der beiden Strafsenstücke mit einander machen von 30 Grad auf 13 Grad, während alles übrige ungeändert bleibt, wie (Fig. 4. 5. und 6.) zeigen, so hat man den möglich-geringsten Abtrag, und keinen Hohlweg, und es läfst sich auch ohne künstliche Rechnungen einsehen, dafs man bei Strafsen, die im Zickzacke an Berg-Abhängen entlang aus dem Thale nach der Hoch-Ebene oder dem Berg-Kamme geführt werden, den Winkel unter welchen sich die Richtungen zweier in eine Wendung zusammen laufenden Strafsenstücke schneiden, so klein als die übrigen Umstände es nur gestatten machen mufs. [Diese Bemerkung verdankt der Verf. dem Herrn Reg. Conducteur L. Beck aus Halle, welcher darauf beim Aufzeichnen von (Fig. 1. 2. 3.) gekommen war.] Hat der Berg-Abhang mehr als 25 Grad Neigung gegen den Horizont, so werden in der Regel Futtermauern nöthig sein. Auf die Vorschriften des §. 59. der mehrerwähnten „Anweisung etc." „Strafsen längs einem Berg-Abhange etc. müssen nach der Bergseite hin um $\frac{1}{30}$ der Breite gesenkt sein," ist in der Zeichnung Rücksicht genommen. Der Grund dieser letztern Bestimmung ist, die Gefahr zu entfernen, welcher die Fuhrwerke ausgesetzt sind, seitwärts auszugleiten, wenn die Strafse mit Eis oder gar mit sogenanntem Glatteise bedeckt ist*).

Zu *E.* Von den Baustoffen.

47. Wenn die hier gemeinten Bedingungen erfüllt werden sollen, so müssen zwar zur Bildung der Oberfläche der Strafse möglichst harte Stoffe gewählt werden; aber man mufs die Stellen unterscheiden, welche

*) Auch damit das Wasser quer von der Strafse nicht über die äufsere Böschung fliefsen und sie beschädigen möge, sondern in den Graben an der Bergseite.

Zu bemerken ist beim Schlusse dieses Absatzes, dafs über die Richtung der Kunststrafsen, besonders in Bergen und Gebirgen, speciellere Regeln, die sehr mannigfaltig sind, in diesen kurzen Grundzügen nicht erwartet werden konnten. Diese Regeln machen indessen grade einen der wichtigsten und schwierigsten Theile der Chaussée-Baukunst aus, ja selbst die eigentliche Grundlage derselben, ohne welche die Befolgung aller übrigen Regeln noch nicht die besten Strafsen giebt. Gleichwohl ist grade dieser Theil der Chaussée-Baukunst noch wenig bearbeitet, ja kaum einigermafsen in eine gewisse Lehr-Form gebracht. Nur zu oft sieht man noch unter Chaussée-Baukunst nicht viel mehr als die Regeln der Construction des Strafsen-Dammes und der Stein- oder Kies-Bahn verstehen. Es ist also der Strafsen-Baukunst noch manche Vervollkommnung zu wünschen. Wie wenig in der That noch im Allgemeinen die Kunst des Strafsen-Baues verbreitet sein mufs, davon giebt unter andern das neuerliche, wahrlich seltsame Ereignifs den Beweis, dafs eine gewisse Art die Steinbahn zu construiren, die auf dem Continent seit alter Zeit und schon den Römern bekannt war und von ihnen ausgeübt wurde und die durch den für sein Land unbedenklich höchst verdienten Baumeister Mac-Adam in England eingeführt worden

vom Zugvieh betreten von denen welche von den Rädern der Fuhrwerke berührt werden, und aufserdem auch noch den Kostenpunct berücksichtigen.

Es wird hier von

α) Holz;
β) Bruchsteinen;
γ) Kies (Grand);
δ) Eisen

zum Strafsenbau die Rede sein müssen.

48. Das Holz ist wegen seiner baldigen Verweslichkeit nicht anders als nur im Nothfall zum Strafsenbau zu gebrauchen. Die Fahrbahnen hölzerner Brücken, welche zuweilen aus Bohlen, zuweilen aus stärkeren Hölzern, auch wohl, wie ein Pflaster, aus Klötzen, deren Hirn-Adern ziemlich wagerecht liegen, gebildet werden, kommen nicht hier, sondern erst in der Abtheilung „vom Brückenbau" in Betracht; wohl aber die Faschinen-Unterlagen von Strafsen-Dämmen, die sogenannten Knüppeldämme, und die Holzbahnen.

49. Die Faschinen-Unterlagen sind aus Faschinen gebildete Körper, wenigstens so breit als der Fufs des Strafsendammes, und können angewandt werden, wenn der Damm über eine morastige oder sumpfige Stelle geführt werden mufs, und die Faschinen von der darauf geschütteten Erde so tief in den Grund gedrückt werden, dafs sie beständig im Wasser bleiben. Sie sind dann als fast unverweslich anzusehen und tragen fast auf dieselbe Art wie ein liegender Rost. Zu demjenigen Theile

---

war, von dem Continent aus England zurück, also die eigene Kunst als etwas ganz Neues und Unerhörtes aufgenommen und Mac-Adamsche Chaussée-Baukunst genannt worden ist. Noch immer lieset man, z. B. in französischen Blättern und Schriften mit Verwunderung die Äufserungen, die über diese alt-neue Kunst, selbst in Frankreich gemacht werden, wo doch der Chaussée-Bau sogar noch älter ist als in anderen Gegenden. Obgleich es keinesweges an richtigen Beurtheilungen der sogenannten Mac-Adamschen Chausséen gefehlt hat, so scheint es doch noch ferner nöthig, darüber zu sprechen; und auch hier in diesem Journal dürfte der Gegenstand gelegentlich eine ausführlichere Betrachtung verdienen. Das Ereignifs läfst sich fast nur aus der wenigen Verbreitung der Kunst des Strafsen-Baues erklären.

Was die Chaussée-Linien betrifft, so hat der Herausgeber dieses Journals in seinen früheren Dienst-Verhältnissen Gelegenheit und Beruf gehabt, diesem Gegenstande in ziemlich weitem Umfange seine Aufmerksamkeit zu widmen. Es sind vielleicht mehrere Hundert Meilen neuer Chausséen, zu deren Entwürfen er, auf dem Terrain selbst, mehr oder weniger hat mitwirken müssen. Er hat also, in einer Reihe von Jahren, eine Menge von Beobachtungen und practischen Erfahrungen dabei zu machen Gelegenheit gehabt. Vielleicht ist er noch in der Folge im Stande sie mitzutheilen. Anm. d. Herausg.

des Strafsendammes, welcher bald nafs, bald trocken wird, darf man sich aber der Faschinen durchaus nicht bedienen.

50. Knüppeldämme erhält man, wenn man gerade Baumstämme, ihrer Länge nach senkrecht auf die Richtung der Strafse, neben einander legt. Dafs, selbst wenn das Holz mit Erde überdeckt wird, die Fuhrwerke und die Reisenden leiden, ist schon lange zum Sprichwort geworden; aber auch aufserdem sind die immerwährenden Reparaturen ein so triftiger Grund gegen die Knüppeldämme, dafs davon nur in dem höchsten Nothfalle, etwa im Kriege, Gebrauch gemacht werden sollte.

51. Holzbahnen erhält man, wenn man Reihen von Hölzern, wenigstens ihrer zwei, mit einander und mit der Längenrichtung der Strafse gleichlaufend, so weit von einander entfernt legt, dafs die Räder der Fuhrwerke stets auf denselben bleiben. Die gedachten zwei Reihen Langhölzer könnten zwar unmittelbar auf den angemessen geebneten Boden gelegt werden, vorausgesetzt dafs derselbe unprefsbar ist. Da das letztere aber nur höchst selten der Fall sein möchte, so müssen zuvörderst unter die zu verwechselnden Stöfse, Lager oder Querschwellen gelegt werden, dann aber auch noch zwischen den Haupt-Querschwellen mehrere andere, weil sonst die Stützpuncte zuweilen auseinander fallen würden. Auf nachgebendem Boden kann man die Querschwellen auf eingegrabene oder eingerammte Pfähle zapfen, oder auf Mauerwerk legen, welches auf einen unprefsbareren Grund zu stehen kommt. Pfähle sind aber von zu kurzer Dauer, als dafs man sich derselben anders als in dem Fall bedienen sollte, wenn die Holzbahn nur eine kurze Zeit bestehen soll, also etwa während der Dauer eines Baues; was auch sogar von den Langhölzern gilt. Wird aber einmal eine Holzbahn für nöthig erachtet, so müssen wenigstens die Zugthiere einen sicheren Gang zwischen den Längenhölzern haben, und der Zwischenraum mufs daher mit zwar harten, aber eine hinlänglich rauhe Oberfläche gewährenden Stoffen, also etwa mit klein geschlagenen Steinen oder Kies, bedeckt werden.

52. Aus Bruchsteinen läfst sich, wenn sie nur hinreichend fest sind, um sich weder an der Luft aufzulösen, noch von den Rädern der darüber gehenden Fuhrwerke zu bald zermalmt zu werden, eine Strafsen-Oberfläche bilden, welche glatt genug für die Räder und zugleich rauh genug für das Zugvieh ist. Gewöhnliche Schiefer- und einige Kalkstein-Arten taugen nicht zum Strafsenbau; von den Sandstein-Arten müssen eben-

falls, wenigstens die weichen, ausgeschlossen bleiben. Dagegen sind, Basalt, Granit, Porphyr u. dergl. brauchbar *); jedoch wird es immer gut sein, von den zu habenden Stein-Arten einen Winter über eine geringe Menge, in Haufen aufgesetzt, stehen zu lassen und die Wirkung der Nässe und des Frostes auf dieselben zu beobachten und nach dem Erfolge zu wählen **).

Wegen des Verfahrens beim Verbauen solcher hinreichend fest befundenen Steine ist kaum etwas anderes zu sagen, als in §. 80. der bereits mehrmals erwähnten „Anweisung etc." Der Paragraph lautet wie folgt.

„Bestehet das Planum aus fettem Lehm oder Mergelthon, so wird eine 3 bis 6 Zoll starke Lage von reinem Sande oder Grande, wenn er zu haben ist, auf das Planum ausgebreitet. Der Sand findet sich häufig in der Nähe und in geringer Tiefe unter der Oberfläche, und wird mit Erdbohrern entdeckt. Bestehet der Boden aus Flugsand, so wird erst eine gleiche Lage Lehm aufgebracht."

Auf das zubereitete Planum wird

„*a*) die erste oder Packlage aufgelegt, welche nach verschiedener Dicke, §. 70. (wonach „die Steinlagen nach der §. 71. festgesetzten Wölbung in der Mitte an Stärke zunehmen müssen"), aus 3 bis 6 Zoll hohen, an sich selbst lagerhaften oder gespaltenen Steinen besteht. Die gröfste Fläche der Steine wird nach unten gelegt, die Spitzen werden nach oben gekehrt, und die Steine werden regelmäfsig und in guten Pflasterverband eingesetzt und fest eingetrieben. Wo die Steine in zu dünnen oder zu glatten Platten brechen, können dieselben auch auf die hohe Kante gesetzt werden."

„Die obersten Lücken dieser Grundlage werden mit 3 bis 4 Zoll starken zerschlagenen Steinen ausgeschüttet und die Aufschüttung wird festgerammt. Diese unterste Lage, mit der Ausfüllung der Lücken zusammen, wird ungefähr den dritten Theil so stark gemacht, als die ganze Versteinung."

„*b*) Die zweite Lage besteht aus 3 bis 4 Zoll starken, zerschla-

---

*) Vorzüglich gute Chaussée-Steine sind auch meistens Hornstein und Kieselschiefer; desgleichen sind die sogenannten Wacken meistens brauchbar.
Anm. d. Herausg.

**) Gut ist es in der Regel wenn alle zur Chaussée bestimmten Bruchsteine eine Zeit lang erst austrocknen, weil sie dann weniger schnell von den Rädern aufgerieben werden. Anm. d. Herausg.

genen Steinen; ihre Dicke beträgt ungefähr ein Drittheil der Dicke der ganzen Versteinung."

„*c*) Die obere Lage, aus 1 bis höchstens 1½zölligen, zerschlagenen Stücken des härtesten Gesteins, wird ungefähr den dritten Theil so dick, als die Versteinung. Mit derselben werden die Bordsteine überschüttet und alle Lagen werden nach einer Lehre, welche die ganze Breite der Bahn haben mufs und welche auf die Oberkante der Bordsteine gesetzt wird, festgerammt."

„*d*) Über diese Lage und den Sommerweg wird eine 3 Zoll dicke Lage reinen Kieses, wenn derselbe irgend zu haben ist, geschüttet und das fertige Werk noch einmal nach der Lehre gerammt, oder mit einer 50 bis 80 Centner schweren Walze gewalzt."

„Auf grobkörnigen Sand oder steinigen Boden wird die untere Lage der Steinbahn ohne Sand- oder Thonschicht gelegt. Die fertige Bahn mufs wo möglich erst bei nasser Witterung zum Befahren frei gegeben werden *)."

53. Die Bordsteine sind Reihen von Steinen, die längs den beiden Seiten einer Steinbahn fortlaufen und regelmäfsig in das Planum gesetzt werden. Man nimmt dazu ausgesuchte, und allenfalls etwas mit dem Hammer bearbeitete Steine, welche nicht allein dazu dienen, die vorgedachten drei Lagen besser zusammen zu halten, sondern auch, und wohl noch mehr, einen regelmäfsigeren Querschnitt für die Steinbahn zu bekommen. In jedem Fall überwiegt der Vortheil den sie gewähren ihre geringen Kosten, und sie sollten daher nie weggelassen werden. In Bezug auf die Bordsteine ist in §. 75. der „Anweisung etc." folgendes vorgeschrieben.

„Die Bordsteine müssen mindestens 3 Zoll unter die Versteinung reichen; sie müssen 4 bis 6 Zoll breit sein, und es müssen dazu harte und

---

*) Nach einer andern, auch gebräuchlichen Art, werden alle Steine gleich klein geschlagen. Es ist eben diejenige, deren sich Mac-Adam bedient. Sie ist besonders auf festem, kiesigem oder steinigem Boden recht gut. Einige Überbleibsel römischer Strafsenbahnen, z. B. im Trierschen, bestehen aus lauter gleich klein geschlagenen Steinen. Diese Constructionsweise hat übrigens grade keine erheblichen Vorzüge vor der oben beschriebenen, sondern steht ihr vielmehr in der Regel nach. Denn ihr wesentlicher Vortheil, dafs wenn das Unterste nach oben gefahren werden sollte, immer nur ähnliche Steine unter die Räder gerathen können, kommt nur da in Betracht, wo die Erhaltung der Strafse nicht so ist wie sie sein sollte. Auch sind Strafsenbahnen aus lauter klein zerschlagenen Steinen offenbar nicht wohlfeiler, weil es natürlich mehr kostet, wenn man alle Steine zerschlägt, als wenn man einen Theil derselben ganz läfst. Anm. d. Herausg.

feste Steine genommen werden. Sie werden in das, nach der Breite wagrecht geebnete Planum, zu beiden Seiten der Versteinung, deren oben angegebene Breite die innere Entfernung der Bordsteine von einander ist, dergestalt der Länge nach dicht neben einander gesetzt, dafs sie so weit mit den Köpfen überstehen, als es dem Querschnitte der Steinbahn und ihrer Seitenstärke über dem Planum gemäfs nöthig ist; auch müssen die Köpfe der Bordsteine dieselbe Gefäll-Linie wie das Planum, der Länge nach haben."

54. Es dürfte nothwendig sein, auch noch die folgenden vier Paragraphen der „Anweisung etc." einzuschalten.

„§. 76. Zwischen den Bordsteinen wird diejenige Erde aus dem Planum gegraben, welche zur Aufschüttung der keilförmigen Materialien-Bankets, in der nach der obern Form und Dicke der Steinbahn sich richtenden Höhe, erforderlich ist; auch kann diese Erde, vorausgesetzt dafs sie tauglich ist, zur Anschüttung des Sommerweges oder des anderen Seitenbankets benutzt werden, wonach sich die Tiefe des Ausstiches aus dem Planum findet."

(Das letztere geht an, weil die Bordsteine 3 Zoll unter die Versteinung reichen sollen, und Steine von noch mehr als 12 Zoll Länge, ohne bedeutende Vermehrung der Kosten selten anzuschaffen sein dürften. Sobald die Erde, welche zwischen den Bordsteinen ausgegraben werden kann, ohne deren unteren Enden näher als bis auf 3 Zoll zu kommen, zur Aufschüttung des Sommerweges nicht hinreicht, hole man sie lieber von andern Stellen herbei.)

„§. 77. Die Versteinung wird von der niedrigsten Stelle eines Abhanges an, aufsteigend gebaut."

„§. 78. Aufser der untersten oder Lagerschicht der Steinbahn einer Strafse müssen alle übrigen Schichten von zerschlagenen Steinen gemacht werden. Haben aber die Steine keine guten Lagerflächen, oder greifen sie mit ihrer runden Form zu hoch in die Steinbahn, so wird auch die unterste Schicht von zerschlagenen Steinen gemacht."

„§. 79. Das Spalten der Steine darf nie durch Feuer oder Glühen, sondern mufs durch Pulver oder Schlägel und Keile geschehen."

55. Das, wenigstens von Enthusiasten für alles was aus dem Auslande kommt, so sehr gepriesene Mac-Adamsche Verfahren unterscheidet sich von dem bisher beschriebenen fast allein nur darin, dafs auch die

Steine zur Grundlage immer klein geschlagen werden sollen, und die Wölbung der Steinbahn geringer ist, als §. 16. angegeben; also nur darin, dafs immer das geschehen soll, was hier nur unter gewissen Bedingungen erlaubt wird. Lehrt daher wohl Mac-Adam etwas Neues oder gar etwas Besseres?

56. In manchen Fällen, namentlich wenn die baldige Abtrocknung der Bahn nicht erwartet werden darf, mufs die Fahrbahn gepflastert werden. Dabei verfährt man nach §. 74. der „Anweisung etc.," welcher wie folgt lautet:

„Die Kunststrafsen werden in der Regel nur in den Städten, in niedrig gelegenen und engen Dörfern, neben welchen (§. 42.) die Strafsen nicht vorbei geleitet werden können, in Überfällen, Viehtrifften und vor den Einnehmer-Häusern mit Steinen gepflastert.

Hierbei ist folgendes zu beobachten:

„*a*) In den Ortschaften mufs das Steinpflaster wenigstens 18 Fufs breit sein, und an den Seiten nicht über dem Grundplanum liegen. Der Rand mufs mit gröfseren Steinen eingefast werden, damit die Strafse nicht ausgetreten werden könne; auch mufs jedes Pflaster eine feste Grundlage haben. Am besten ist eine Grundlage von grobem Mauerschutt ohne zu grofse Steinstücke, oder von grobem Kiese. Niemals darf ein Pflaster unmittelbar auf Lehm oder Moorgrund gelegt werden, sondern es mufs dort eine Bettung von Sand erhalten.

„*b*) Die stärkste Wölbung eines Steinpflasters ist $\frac{1}{2}$ Zoll auf jeden Fufs der Breite."

„*c*) Aufser den beiden Randschichten werden keine Strecken von grofsen Steinen, weder der Länge noch der Quere nach gelegt, sondern die Steine müssen in beinahe gleicher Gröfse in Reihen nach der Quere neben einander eingesetzt werden. Sie müssen in guten trockenen Kies (Grand) mit den Spitzen nach unten und den flachsten Köpfen nach oben, mit der Länge des Steins nach der Breite der Strafse, dergestalt in Verband gesetzt werden, dafs die Fugen abwechseln und die Steine regelmäfsig Reihen quer über die Strafse bilden."

„In die zwischen den Steinen, die wenn sie zu grofs sind gespalten werden müssen, von unten entstehende keilförmige Höhlungen, die sonst gewöhnlich nur mit Sand gefüllt werden, müssen, während die Pflastersteine eingesetzt werden, gespaltene Keilzwicken mit den Spitzen

nach oben gelegt werden; dann wird das Pflaster mit Grand beschüttet, und nachdem es bei trockenem Wetter Abends vorher tüchtig genäfst worden, andern Tages mit einer Handramme von wenigstens 80 Pfund schwer, die 1 Fufs hoch gehoben wird, nach der Bahn tüchtig gerammt. Wo es die Baukasse irgend zuläfst, mufs das Strafsenpflaster von gehauenen Steinen, nach sogenannter Lütticher Art gemacht werden. Hier dürfen keine Zwicken Statt finden, es müssen aber die Steine nicht nach unten zugespitzt, vielmehr unten und oben gleich breit, mit gleichen Ober- und Unterflächen behauen werden."

57. Bei dieser Gelegenheit mufs bemerkt werden, dafs man ja nicht die Lage groben Sandes in welche die Pflastersteine gesetzt werden sollen, zu schwach machen darf, etwa um an den Kosten zu sparen, weil der reine Sand bei nassem Wetter nicht mehr Raum einnimmt als bei trockenem, das Gegentheil aber bei Lehm, Thon, Damm-Erde etc. Statt findet, und mithin in einem starken Sandlager die Pflastersteine weniger der Gefahr ausgesetzt sind verschoben zu werden, als in einem schwachen.

58. Was den Kies betrifft, so läfst sich nicht füglich etwas Anderes sagen als in §. 89. bis 91. der „Anweisung etc." geschieht, nemlich:

„§. 89. Kiesstrafsen erhalten in der Regel keinen Sommerweg, dagegen eine Breite von 20 bis 24 Fufs zwischen den daran zu beiden Seiten liegenden 6 Fufs breiten Banketten."

„§. 90. Das Planum wird wie bei den Steinstrafsen bearbeitet. Auf sandigem Grunde wird eine Lage unzerschlagener Steine, 4 bis 6 Zoll stark, als Packlage, mit der gröfsten Fläche nach unten gelegt; darauf wird eine 3 Zoll hohe Lage vom gröbsten, aus festen Theilen bestehenden Kiese geschüttet, auf welchen man eine 4 bis 6 Zoll starke Mischung von Lehm und groben festen Kies, in der Gröfse von Wallnüssen, nach dem Verhältnifs von 1 zu 2, oder 2 zu 3 bringt (sollte dies nicht zu viel Lehm sein?) und diese endlich 2 Zoll hoch mit dem reinsten und festesten, etwas kleinem Kiese beschüttet. Hierzu mufs nöthigenfalls der Kies durch Sieben von aller Erdbeimischung gereinigt werden. Bestehet der grobe Kies aus Stücken von 3 bis 4 Zoll im Durchmesser und der Boden nicht aus Lehm, Moor oder Sand, so kann auch die untere Stein- oder Packlage wegfallen und durch eine Lage dieses groben Kieses von gleicher Dicke ersetzt werden. In der Regel erhalten auch Kiesstrafsen Bordsteine.

Die Stärke der Kiesbahn ist übrigens gleichen Modificationen unterworfen wie die der Steinbahn (§. 52.)."

„§. 91. Die Höhe der Wölbung in der Mitte beträgt immer $\frac{1}{18}$ der Breite."

59. Eisen kann natürlich nur zur Bedeckung desjenigen Theils der Strafse gebraucht werden, welchen die Räder der Fuhrwerke berühren, weil sonst das Zugvieh auf einer nicht hinlänglich rauhen Oberfläche gehen müfste; daher mufs der Raum zwischen den Spuren der Räder mit kleingeschlagenen Steinen oder Kies bedeckt werden, wie bei Holzbahnen (§. 51.).

60. Dies führt zunächst darauf, die Längenschwellen der letztern, welche die Spuren bilden, mit eisernen Schienen zu belegen, was auch wirklich öfter geschehen ist, und wovon ein Beispiel im gegenwärtigen Journale, Band II. Heft 3., vorkommt. Allein solche Eisenbahnen erfordern, eben wie die blofsen Holzbahnen, eine sehr häufig, wenn auch nicht eben so oft wiederkehrende Herstellung des Holzwerkes, und sind daher fast nie rathsam, wenn die Eisenbahn für immer bleiben soll, und die Herbeischaffung des zur ersten Anlage erforderlichen Capitals nicht zu schwierig ist.

61. Alsdann ist eine Eisenbahn vorzuziehen, deren Schienen stark genug sind, um, ohne durch hölzerne Schwellen unterstützt zu sein, die Last des darübergehenden Fuhrwerks zu tragen. Macht man sie von Gufseisen, so können die Schienenstücke nicht wohl länger als 4 bis $4\frac{1}{2}$ Fufs sein, von gewalztem Eisen dagegen an 14 Fufs lang. Sie müssen jedoch alsdann zweimal zwischen ihren Enden unterstützt werden, so dafs die Entfernung der Unterstützungspuncte weniger als $4\frac{2}{3}$ Fufs beträgt. Es ist bekannt, dafs ein Balken, auf die hohe Kante gelegt, mehr tragen kann als auf die breite Seite, wenn die Entfernung der Unterstützungspuncte und die Art der Belastung dieselben bleiben; dafs ein Balken, dessen Querschnitt ein Recht-Eck ist, wenn er auf die hohe Kante gelegt wird, unter übrigens gleichen Umständen, um so mehr tragen kann, je öfter die wagerechte Seite seines Querschnitts in dessen lothrechter enthalten ist (was jedoch für die Ausübung eine Grenze nicht überschreiten darf, die von der Art des Stoffes abhängt), und dafs ein in der Mitte zwischen seinen beiden unterstützten Endpuncten belasteter Balken, wenn er in jedem Querschnitte gleichen Widerstand leisten soll, von den Enden nach der Mitte zu höher werden mufs. Dies führt auf die (Taf. I. Fig. 7.) in der Län-

gen-Ansicht vorgestellte Art von Schienen, die in vier Puncten unterstützt werden. Wenn aber die Schiene hoch genug sein soll, so würde die andere Seite, welche von den Kränzen der Räder berührt wird, zu schmal werden, wenn man bei einem völlig rechteckigen Querschnitte bliebe. Man giebt daher dem letzten die Gestalt eines T, bricht jedoch etwas die Kanten der wagerechten Schenkel, wodurch man dann die (Taf. I. Fig. 8.) vorgestellte Figur erhält. Die Schienen auf der Eisenbahn bei Darlington, in der Grafschaft Durham in England, sind 15 Fufs Englisch lang und jede wiegt 28 Pfund (avoir du poids). Man sehe „Abhandlung des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preufsen" 1829. Erste Lief. S. 50. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dafs die Abmessungen der Querschnitte der Schienen von dem gröfsten Gewichte abhängen, welches die Wagen haben können, die darüber fahren sollen.

62. Die Unterstützungspuncte der Schienen werden von gufseisernen Lagern oder Stühlen gebildet, deren Einrichtung aus (Taf. I. Fig. 8. 9. 10.) hervorgeht. Diese Stühle kommen auf Steine zu liegen, die wenigstens oberhalb behauen und etwa 1 Fufs hoch und breit, und 2 Fufs lang sind, und werden vermittelst hölzerner Pflöcke befestigt, welche man in die Löcher treibt, die in die Steine, unten etwas enger als oben, ausgehauen sind. Dafs die Steine auf einen entweder von Natur festen, oder wenn solcher nicht vorhanden, durch Kunst befestigten Boden gelegt werden müssen, versteht sich von selbst.

63. Gut ist es, die beiden Schienenstränge in den Stöfsen durch eiserne Querstangen zu verbinden, welche jedoch unter die Oberfläche der Stein- oder Kiesbahn zu liegen kommen müssen, und die Stöfse der beiden Stränge zu wechseln, d. h. nicht in einerlei Normale auf die Länge des Weges fallen zu lassen.

64. Wenn nicht zwei Paar Stränge neben einander gelegt werden, damit auf der einen die Wagen hin und auf der andern zurück gehen können, so sind Ausweichungen nöthig, die nur so weit von einander entfernt sein dürfen, dafs man von der einen bis zur nächstfolgenden sehen kann. Die Gestalt eines Stücks, in welchem zwei Schienenstränge einander schneiden, zeigt (Taf. I. Fig. 11. 12. 13.), die Anordnung eines solchen aber wo sich ein Strang an den andern anschliefst, zeigt (Fig. 14. 15. 16. 17.). Die Zunge *a* ist beweglich. Wie alle diese einzelnen Stücke gebraucht werden, zeigt (Taf. I. Fig. 18.), wo *A*, *A* kurze Stücke von Schienensträngen

bedeuten, welche verhindern, dafs die Wagenräder nicht auf den unrechten Strang gerathen.

65. Die Räder der Wagen welche auf einem Schienenwege gehen sollen, werden von Eisen gegossen, und erhalten etwa 2½ Fufs Höhe und im Kranze einen Rand auf der innern Seite, der etwa 1 Zoll mehr Halbmesser hat, als der Theil des Kranzes der die Oberfläche der Schienen berührt. Wegen der ungleichen Zusammenziehung der einzelnen Theile beim Erkalten des Eisens, bringt man in der Nabe, durch einen schwachen Sägenschnitt im Modell, einen Schlitz hervor, der hernach durch einander entgegengesetzt liegende Keile ausgefüllt wird, worauf dann Ringe um die Nabe gelegt werden. Anstatt, wie gewöhnlich, die Räder um die Achsenschenkel laufen zu lassen, macht man die letztern viereckig, keilt die Räder darauf, und läfst die eisernen Achsen in Buchsen laufen, welche am Boden des Wagens befestigt sind. Auf die Gestalt der Kasten der Wagen kommt es hier nicht an; wohl aber auf die der Räder. Ein solches zeigt (Taf. I. Fig. 19. 20.).

66. Solche Wagen werden entweder durch Zugvieh oder durch eigene Dampfwagen (bewegliche Dampfmaschinen), oder durch feststehende Dampfmaschinen fortbewegt; und zwar durch die letztern vorzüglich dann, wenn Anhöhen überstiegen werden müssen, ohne dafs die Gestalt des Bodens gestattete, die Neigungswinkel der schiefen Ebene gegen die wagerechte hinreichend zu vermindern.

Werden feststehende Dampfmaschinen angewendet, so mufs zum Aufwärtsziehen der Wagen ein Seil, an dessen äufseres Ende der Wagen befestigt wird, auf eine Welle (oder auf eine daran befestigte Trommel) gewickelt werden, welche von der Dampfmaschine so viele Male umgedreht wird, als für die Länge der ansteigenden schiefen Ebene erforderlich ist. Beim Niedergange müssen entweder die Räder der Wagen, oder auch die vorgedachte Welle gebremset werden, weil Hemmschuhe hier nicht anwendbar sind *).

---

*) Die Kunst Eisenbahnen zu bauen, ist wohl noch fast erst im Entstehen. Sie setzt noch weit mehr die Kunst der richtigen Wahl der Strafsenlinien voraus, als der ältere Strafsen-Bau, weil es hier noch mehr auf angemessene Gefälle ankommt. Von gröfserer Ausdehnung ist in Deutschland die Eisenbahn in Böhmen, von der Donau nach der Mulde, die erste. In Frankreich giebt es einige längere Eisenbahnen, z. B. bei Lyon und an der Loire, in England schon mehrere. Eine besonders interessante Bahn scheint die zwischen Manchester und Liverpool zu sein. Auch in Nord-Amerika giebt es schon längere Eisenbahnen.

Zu *F.* Von der Breite der Strafsen.

68. Die gröfsten und so breit als möglich beladenen Frachtwagen nehmen selten mehr als 10 Fufs Strafsenbreite ein, und daher würden in der Regel 22 bis 24 Fufs für die Breite der Krone eines Strafsendammes (die Bankets mitgerechnet) hinreichen, da es doch eben kein sehr grofser Schaden ist, wenn dann und wann die Bankets von den Rädern eines Wagens berührt werden, und wenigstens gewifs ein geringerer als der Verlust für die Bau-Kasse, wenn man, blofs damit die Bankets nie von den Rädern berührt werden, breiter bauete.

Für die Königl. Preufs. Staaten bestimmt §. 68. der mehr erwähnten „Anweisung etc." Folgendes:

„Die Breite der Kunststrafse richtet sich nach ihrer Frequenz und anderen localen Umständen. In der Regel beträgt auf Hauptstrafsen die Breite

der Versteinung	16 Fufs
des Sommerweges	12 -
der beiden Bankets, auf jeder Seite 6 Fufs, also . . .	12 -
folglich die Breite des Planums zusammen	40 Fufs."

„Die ganze, zur Strafse erforderliche Bodenfläche ergiebt sich aufserdem aus der Höhe des Auftrages oder der Tiefe des durchzuschneidenden Terrains, und aus den, der Tiefe der Gräben gemäfs, erforderlichen Böschungen. In gepflügtem oder gegrabenem Boden müssen auf jeder Seite noch 2 Fufs als zur Strafse gehörig hinzugerechnet werden. Da, wo der Sommerweg wegfällt, beträgt

die Breite der befestigten Bahn	20 Fufs
und der Bankets, wie vorhin, ...	12 -
also die Breite der ganzen Strafse ohne Gräben und Böschungen	32 Fufs."

Der immer lebhafter werdende Streit, ob Canäle vortheilhafter sind als Eisenbahnen, dürfte wahrscheinlich am Ende die Entscheidung erhalten, dafs sich die Frage im Allgemeinen nicht entscheiden lasse, sondern, dafs es selbst da, wo sich ein Canal und eine Eisenbahn für die nemlichen Kosten herstellen lassen, noch jedesmal auf örtliche Umstände ankommt, welche Art von Strafsen die beste sei.

Mit Dampfmaschinen zur Fortbewegung der Fuhrwerke sind noch kaum etwas mehr als die ersten Versuche gemacht, die aber, besonders diejenigen auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, die günstigsten Erfolge zu versprechen scheinen. Nach den neuesten Nachrichten kommen auch die Gurneyschen Dampfwagen, die sich auf gewöhnlichen Chausséen fortbewegen sollen, wirklich zur Ausführung. Was beim ersten Anblick den Dampfwagen ungünstig zu sein scheint, dafs nemlich die schwere Dampfmaschine mit fortgezogen werden mufs, ist es weniger, wenn man bedenkt, dafs auch bei den gewöhnlichen Wagen die Zugthiere ihre eigene Last, die nicht geringe ist, mit fortbewegen müssen. Anm. d. Herausg.

„Die Breite kann aber auf Nebenstrafsen und in Bergen, wo öfter eine gröfsere Breite die Kosten sehr erhöhet, vermindert werden. Die geringste Breite einer solchen Strafse mit Sommerweg beträgt

zur Steinbahn	12 Fufs
zum Sommerwege	10 -
zu zwei Bankets	8 -
zusammen	30 Fufs."

„Die geringste Breite einer Strafse ohne Sommerweg:

zur Steinbahn	16 Fufs
zu zwei Bankets	8 -
zusammen	24 Fufs."

67. Zur Sicherheit der Passage bei Nacht pflanzt man auf die Bankets, 1 Fufs vom innern Grabenrande und 18 bis 36 Fufs von einander entfernt, Bäume, die freilich der Beschaffenheit des Bodens angemessen, jedoch in jedem Falle von der Art sein müssen, dafs sie ihre Zweige möglichst aufwärts treiben, wie die italiänischen Pappeln, weil nur dann die Spitzen der Bäume in dunklen Nächten noch bemerkt werden können und das Austrocknen der Strafse durch solche Bäume fast gar nicht gehindert wird. Es haben sich zwar häufig Stimmen gegen die Bepflanzung mit Pappeln und für Obstbäume erhoben; allein der Verf. kann diese Ansicht nicht theilen, da der Ertrag an Obst zu geringe ist, um die Nachtheile der Bäume für die Strafse selbst, zu überwiegen *).

---

*) Der Herausgeber ist der Meinung, dafs zwar in einzelnen Fällen Pappeln zur Bezeichnung einer Strafse besser sein können als Obstbäume, aber nicht immer, und sogar nur selten. Der Ertrag der Obstbäume ist nemlich nur da geringe, wo es Obst im Überflufs giebt, was aber leider nur erst in wenigen Gegenden der Fall ist; und das Austrocknen der Strafse hindern Obstbäume nur da, wo die Strafse nicht hoch genug über das Terrain gebaut ist und nicht frei genug liegt. Die Spitzen der Pappeln sieht man freilich bei Nacht besser, als die Kronen der Obstbäume, allein gerade wenn man in der Ferne die Spitzen der Bäume sieht, kann man auf einer sich krümmenden Strafse die Bahn verfehlen, wogegen die niedrigen buschigen Obstbäume in der Nähe den Weg sicherer bezeichnen. Erwägt man nun, dafs es nicht das Interesse der Strafse ausschliefslich ist, was hier bei der Pflanzung in Betracht kommt, sondern das Interesse derer, für die sie bestimmt ist im Ganzen, also zunächst der Anwohner (wie dann niemals einzelne Theile des Staats-Interesse sich von dem Ganzen absondern sollten), und dafs in sehr vielen, besonders nördlichen und weniger cultivirten und bewohnten Gegenden der Obstbau noch sehr der Aufmunterung bedarf, wozu die unter näherer und meistens unter unmittelbarer Aufsicht des Staats stehenden Strafsen eine sehr gute Gelegenheit geben: so dürfte die Bepflanzung der Strafsen mit Obstbäumen, überall wo nur der Boden und das Clima sie zuläfst, derjenigen mit nicht fruchttragenden Bäumen selbst dann noch vorzuziehen sein, wenn sie dem Aus-

68. Wo keine Bäume gepflanzt werden können, z. B. längs Futtermauern, sind Geländer nöthig, die entweder ganz von Holz (aus eingegrabenen Säulen und Holmen), oder von Stein und Holz (aus steinernen Pfeilern und hölzernen Holmen), oder von Stein und Eisen (aus steinernen Pfeilern und Eisenstangen), oder ganz von Eisen gemacht werden*).

69. Zu einer Strafse gehören noch:

a) Meilenzeiger,
b) Wärterhäuser,
c) Chaussée-Zoll Einnehmerhäuser,
d) Wegweiser,
e) Brunnen.

Ein Wärter sollte, bei stark befahrenen Strafsen nie mehr als 500 Ruthen Preufs. zu besorgen haben, da ein solcher Mann, wenn ihm mehr zugetheilt ist als er in gehörigem Stande erhalten kann, gar zu leicht dahin gebracht wird, weniger zu thun als ihm wohl möglich wäre, indem er stets die zu grofse Länge seines Strafsenstücks vorschützen kann. Müssen die Wärterhäuser entfernt von bewohnten Orten gebaut werden, so bringt man gern die Wohnungen zweier Wärter in Ein Gebäude, welches auf der Grenze der beiden Strafsenstücke liegt. Noch nöthiger ist es, mit jeder einzeln liegenden Einnehmer-Wohnung wenigstens Eine Wärterwohnung zu verbinden**).

---

trocknen der Strafsen weniger günstig wäre, was aber, wenn die Strafsen sonst gehörig gebaut und die Bäume nicht zu nahe an einander gepflanzt sind, nur wenig der Fall sein möchte. Anm. d. Herausg.

*) Eigentliche Geländer mit Holmen sind wohl nur auf höheren Dämmen nöthig. In sehr vielen Fällen sind Prellsteine, 2 bis 3 Ruthen auseinander, völlig hinreichend. Damit sie des Nachts möglichst sichtbar sind, sollten sie immer, etwa mit Kalk, weifs angestrichen werden. Anm. d. Herausg.

**) Nicht blofs dann, wenn Wärterwohnungen isolirt liegen, sondern in der Regel überall wo es angeht, dürfte man wenigstens zwei Wohnungen in ein Gebäude legen, schon weil Ein solches Gebäude weniger kostet als Zwei einzelne. Die Länge der Strafsenstrecke, welche ein Wärter zu besorgen vermag, ist wohl nach der Frequenz, Lage, Bau-Art und nach der Beschaffenheit des Bau-Materials sehr verschieden. Es kann Fälle geben wo Ein Wärter kaum $\frac{1}{8}$ Meile zu besorgen vermag, und andere, wo eine ganze Meile nicht zu viel ist.

Übrigens ist es wohl noch sehr zweifelhaft, oder es ist vielmehr eine Frage die sich nicht allgemein entscheiden läfst, sondern bei welcher es, wie meistens in solchen Dingen, auf Gegend und Umstände ankommt, ob es überhaupt gut sei die Strafsen grade durch besoldete Wärter unterhalten zu lassen, statt in Entreprise.

Häufig wird es eher noch gut sein, die Strafsen, besonders in Ländern wo

70. Die Arbeiten zur Herstellung einer durch den Gebrauch beschädigten Kunststrafse haben keinen andern Zweck, als immer den ursprünglichen Querschnitt wieder herzustellen. Hier kann nur bemerkt werden, dafs die Ausfüllung der etwa entstandenen Geleise vorzugsweise im Herbst oder im Frühling, bei nassem Wetter, jedoch nach gehöriger Reinigung der Geleise von Schlamm, und zwar durch Ausschaufelung geschehen mufs, und dafs, wenn nasses Wetter nicht abgewartet werden kann, die neue Aufschüttung mit Wasser begossen werden mufs *).

Zweiter Abschnitt.

Von den Brücken.

71. Wenn an einer Stelle des Bodens, über welchen eine Strafse geführt werden soll, eine Vertiefung ist, deren Längenrichtung die der Strafse schneidet, so sammlet sich fast immer in der Nähe des untersten Puncts einer solchen Stelle Wasser, und dies mufs dann in der Regel von einer Seite der Strafse zur andern geführt werden, um den Fuhrwerken den Gebrauch der Strafse nicht zu erschweren, oder ihnen denselben anders als bei aufserordentlichen Natur-Ereignissen nicht unmöglich zu machen: und dazu sind Brücken nöthig.

---

noch viel zu bauen übrig ist, durch einen organisirten Stamm durch Übung geschickter werdender Arbeiter bauen, als durch besoldete Arbeiter sie unterhalten zu lassen; denn den Bau kann man unter viel genauere Aufsicht stellen als die Arbeit der Wärter, und diese sogar noch weniger als Unternehmer der Unterhaltung.

Anm. d. Herausg.

*) Über die Art der Herstellung des ursprünglichen Querschnitts, oder vielmehr der Erhaltung desselben, ist viel zu sagen. Die beste Art der Erhaltung der Strafse ist augenscheinlich die, dafs man gar keine Spuren entstehen läfst, und dies geschiehet, wenn die Spuren fortwährend geebnet und die zermalmten Steine sehr bald wieder ersetzt werden, was eben die Bestimmung der Wärter ist und auch, sehr practisch, wirklich geschehen kann, wo man es nur will. Entrepreneurs der Unterhaltung können dazu bedingungsmäfsig verpflichtet werden. Läfst man Geleise entstehen, um sie erst im Herbst und Frühling auszufüllen, so ist die Strafse eigentlich fast nie gut. Denn so lange sie Spuren hat, ist sie schlecht, und wenn die Spuren ausgefüllt sind und die eingeschütteten Steine von den Rädern erst wieder zerdrückt werden müssen, ist sie ebenfalls schlecht. Anm. d. Herausg.

72. Wegen der grofsen Verschiedenheit der Bau-Art der Brücken sind verschiedene Eintheilungen derselben in Classen möglich. Hier mag folgende als eine der einfachsten angenommen werden.

Zunächst zerfallen die Brücken in:

A) unbewegliche und

B) bewegliche.

Unter unbeweglichen Brücken sollen solche verstanden werden, deren Haupttheile ihre Lage gegen einander und gegen die Ufer nicht ändern; unter beweglichen solche, die entweder ganz, etwa gegen die Ufer, oder von welchen ein oder mehrere Theile gegen die übrigen leicht in eine andere Lage gebracht werden können, wenn es nöthig ist, und eben so leicht wieder zurück in die vorige.

73. Die Haupt-Baustoffe zu allen Brücken beider Arten sind, wenigstens in Deutschland und dessen Umgebungen, Holz, Steine und Eisen, da z. B. Messing, Hanf zu Seilen oder Tauen u. s. w. nur als Neben-Baustoffe anzusehen sind. Man könnte daher die obigen Haupt-Arten von Brücken in Unter-Abtheilungen bringen, je nach dem Stoffe, welcher vorherrscht. Allein dann würde wieder jede Unter-Abtheilung eine Menge neuer erfordern, weil aufser der Art des Stoffs auch noch die Art der Anwendung desselben in Betracht kommen müfste; deshalb sollen nur folgende Unter-Abtheilungen gemacht werden.

Für *A*:

1) hölzerne Brücken; 2) steinerne Brücken; 3) eiserne Brücken; 4) Hänge-Brücken;

und für *B*:

1) Zugbrücken; 2) Klappbrücken; 3) Wippbrücken; 4) Rollbrücken; 5) Drehbrücken; 6) Schiffbrücken; 7) Fliegende Brücken; 8) Fähren;

und es soll das Nöthigste von jeder folgen.

Zu *A*. 1) Von den hölzernen Brücken.

74. Der einfachste Fall, nemlich blofse Stege für Fufsgänger, und allenfalls für Schubkarren, wird als zu unbedeutend übergangen.

Der nächste Fall wäre etwa, wenn die Ränder der Ufer der Vertiefung, über welche die Brücke führen soll, nicht über 18, höchstens 20 Fufs weit von einander entfernt sind, und die Brücke nur für

Einen darüber gehenden Wagen breit genug sein soll, wozu 12 bis 13 Fufs, mit Einschlufs der Geländer, hinreichen.

In diesem Falle sind wenigstens 5 Brückenbalken nöthig, von 9 bis 10 Zoll breit, 12 bis 15 Zoll hoch, jedoch wo möglich von kiefernem Holze, weil Eichenholz zwar absolut fester, aber von gröfserem eigenthümlichen Gewicht und spröder ist. Die Brückenbalken kommen also hier, bei gleicher Theilung von Mitte zu Mitte, 2 Fufs $9\frac{3}{4}$ Zoll bis 3 Fufs $\frac{3}{4}$ Zoll von einander entfernt zu liegen *).

75. Sind die Ufer fest genug und der Unterspühlung nicht ausgesetzt, so legt man allenfalls die Enden der Brückenbalken unmittelbar auf den wagerecht abgeglichenen gewachsenen Boden, besser aber auf ein Lager, welches wie eine Mauerlatte gestaltet ist und das ungleiche Einsinken der Enden der Brückenbalken hindert.

76. Sind aber die Ufer nicht fest genug, so schlägt man längs beiden Stirnen, auf 12 bis 13 Fufs Breite der Brücke, etwa 4 Pfähle, von etwa 9 Zoll im Durchmesser, und wo möglich tiefer als das Grundbette ein, und zapft auf diese Pfähle, je längs einem Ufer, einen Holm, der dann die Stelle der vorgedachten Mauerlatte vertritt **).

77. Ist aber auch die Unterspühlung der Ufer zu fürchten, so legt man, zunächst hinter die erwähnten Pfähle, nach ihrer Länge, wagerecht liegende Bohlen (oder auch Halbholz), und zwar das unterste Holz so tief als möglich, und bildet so eine Verschalung, oder ein Bollwerk, wovon späterhin weiter die Rede sein wird. Wenn ein solches Bollwerk nöthig ist, reicht es aber in der Regel noch nicht hin, sondern es ist gewöhnlich auch noch einige Fortsetzung der Verschalung, sowohl ober-

---

*) Es kommt wohl darauf an, ob die Brücke sehr schwere Fuhrwerke tragen soll. Für gewöhnliche Fuhrwerke dürften vier Balken von der bezeichneten Stärke völlig hinreichen, und zwar ist es gut, sie näher zusammen zu legen, den Belag überstehen zu lassen und die Geländer halb über die äufsere Kante der Ort-Balken hinaus zu setzen, wodurch man an Breite und Tragkraft der Brücke gewinnt. Auch ist es in der Regel besser, eine gerade Zahl von Balken zu nehmen, als eine ungerade, weil im letztern Falle die Wagenräder nicht gerade auf Balken treffen, und also den Belag mehr angreifen. Anm. d. Herausg.

**) Es ist gut, immer gerade eben so viel Pfähle zu setzen, als die Brücke Balken hat, damit jedesmal genau unter einen Balken ein Pfahl treffen kann, so dafs die Tragkraft des Holms weniger in Anspruch genommen wird. Anm. d. Herausg.

als unterhalb der Brücke an beiden Ufern nöthig. Solche Fortsetzungen heifsen Flügel *).

78. Auf die Brückenbalken (Strafsbäume) kommen, normal auf ihre Länge, 3 bis 4 Zoll starke Bohlen (oder auch Halbholz, mit der Kernseite nach oben). Zuweilen läfst man die Fuhrwerke unmittelbar über diesen Belag gehen; mitunter aber legt man darauf auch noch einen zweiten Belag, von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll starken Bohlen, die nur etwa 2 Fufs länger sind, als die Fahrspur breit ist, also $6\frac{1}{2}$ bis 7 Fufs lang; wobei die Fugen des obern Belags nicht auf die des untern treffen müssen, und zwar um den Theil, der von den Rädern unmittelbar angegriffen wird, leichter ergänzen zu können. Gewöhnlich läfst man etwa die 6te Bohle des obern Belags, ungefähr einen Fufs an jeder Seite, vor den übrigen hervorragen, damit das Rad eines Wagens, welches etwa durch Unvorsichtigkeit des Fuhrmanns vom obern Belag auf den untern gerathen ist, leicht wieder auf jenen gehoben werden könne.

79. Eine solche Brücke mufs, wie jede andere längere, Geländer haben. Zuweilen legt man zwei Schwellen längs der Hirnseiten des Belages, nagelt sie fest und zapft darin Säulen, auf diese einen abgewässerten Holm und in die Säulen quadratische Riegel, der Abwässerung wegen, übereck. Solche Schwellen verhindern aber das Abfliefsen des Regenwassers vom Belag, und sind daher nicht gut, in sofern nicht anstatt des obern Belags Steinpflaster auf den untern Belag gelegt wird, in welchem Falle sie dann als Pflaster- oder Erdschwellen unentbehrlich sind, und allenfalls durch Knaggen auf der äufseren Seite gegen das Ausweichen gesichert werden müssen.

80. Besser als die durchgehenden Geländer-Schwellen sind Stücke Bohlen oder Halbholz, etwa 15 bis 18 Zoll lang, die auf den untern Belag genagelt und in welche die Geländersäulen gezapft werden.

81. Noch besser ist es, die Geländersäulen in die äufsersten Brükkenbalken zu zapfen, wozu zwei Stücke des untern Belags je um die

---

*) Die Flügel legt man nicht in die Richtung der Stirnbollwerke, auch nicht senkrecht auf dieselben, sondern etwa unter einen halben rechten Winkel gegen die Stirn, weil sie so am wirksamsten sind und am wenigsten kosten. Die Bollwerksbohlen müssen halb gespundet werden, die innere Hälfte des Spundes der unteren Bohle nach oben. Anm. d. Herausg.

halbe Breite der Säule ausgeschnitten werden müssen, aufser dem Zapfen aber ein Blatt, dessen Länge der Höhe des Balkens gleich ist, an der äufsern Seite stehen zu lassen, und dies Blatt mit zwei eisernen Nägeln an den Balken zu befestigen.

82. Damit die Geländer nicht so leicht von Innen nach Aufsen umgeworfen werden können, sind Strebebänder an der äufseren Seite nöthig, die auch innerhalb angebracht werden und als Anker dienen können. Die gedachten Strebebänder werden oben in die Säule und unten in eines der über die Ortbalken hinausreichenden Stücke des untern Belags gezapft *).

83. Die Längenschwellen werden wenigstens 8 Zoll hoch, 9 Zoll breit, die Geländersäulen und die Holme wenigstens 6 bis 8 Zoll, die Riegel und die Bänder 5 bis 6 Zoll stark gemacht, wobei man jedoch die Geländersäulen nicht leicht weiter als 12 Fufs auseinander stellt.

84. Nach §. 79. wird zuweilen der hölzerne Belag von Brücken überpflastert. Dies scheint auf den ersten Anblick widersinnig zu sein, ist es aber in der That nicht, in dem Falle, wenn eine Brücke so stark befahren wird, dafs der unbeschützte Belag zu oft erneuert werden müfste (zuweilen alle drei Jahr) und doch eiserne Schienen nicht anwendbar sind, was der Fall ist, wenn die Brücke entfernt von bewohnten Orten liegt und nicht so bedeutend ist, dafs es angemessen wäre ein eigenes Wächterhaus daneben zu bauen **).

---

*) Das einfachste Geländer solcher Brücken erhält man wohl, wenn man die Geländersäulen von aufsen mit einem halben Blatte an die Ort-Balken nagelt, also halb sie auf die Balken setzt, und dann die Säule von zwei Unterbelag-Bohlen umfassen läfst. Die Geländer-Säulen noch in die Balken einzuzapfen, dürfte nicht nöthig und auch nicht gut sein, weil in das Zapfenloch das Wasser dringen und der Balken in demselben leichter faulen kann. Besondere Streben zur Unterstützung des Geländers sind meistens nicht nöthig. Anm. d. Herausg.

**) Es ist allerdings übel, wenn man den Belag einer Brücke sehr oft zu erneuern hat, aber doch auch nicht minder übel, wenn man die Brücken des Pflasters wegen stärker bauen mufs, und vielleicht durch die Nässe, welche dasselbe länger an sich hält, macht, dafs die Balken in Ermangelung des Luftzuges eher verfaulen. Dem Herausgeber scheint es, dafs wenn die Passage stärker ist, eiserne Schienen immer ein Pflaster oder Chaussée auf einer hölzernen Brücke ersetzen können und sollten. Eine besondere Aufsicht auf die Schienen scheint nicht nothwendig zu sein, denn gestohlen können sie nicht werden, wenn sie stark genug befestigt sind und in der Regel werden die Fuhrwerke ihres eigenen Nutzens wegen darin fahren. Gerathen ausnahmsweise einige Wagen daneben, so ist der Schaden noch nicht grofs. Anm. d. Herausg.

85. Die einsernen Schienen können entweder nach der Länge oder nach der Breite der Brücke gelegt werden. Die ersten erhalten zum Querschnitt ein Trapez,' in dessen oberer Seite sich ein flacher, hohler Kreisbogen befindet. Die gufseisernen, etwa 4 Fufs langen, $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll starken, unten 7 bis 8, oben 6 bis 7 Zoll breiten Schienen werden in zwei Reihen, die um die gewöhnliche Spurweite von einander entfernt sind, auf den untern Belag gelegt, und jede Schiene wird mit wenigstens zwei Nägeln, mit versenkten Köpfen, befestigt. Der Raum zwischen den beiden Schienenreihen wird mit eichenen Querbohlen ausgefüllt; auf der äufseren Seite jeder Schienenreihe werden innerhalb abgefasete Längenbohlen gelegt und wie die Querbohlen festgenagelt.

86. Querschienen werden von geschmiedetem Eisen, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, $\frac{1}{2}$ Zoll dick und so lang als der obere Belag breit ist, verfertigt, und nur so weit auseinander gelegt, dafs die Radreifen den Holzbelag nicht berühren können, und ebenfalls mit Nägeln mit versenkten Köpfen befestigt.

87. Längenschienen vermindern die Erschütterung der Brücken durch die darüber gehenden Fuhrwerke, wogegen die Querschienen dieselbe vermehren. Deshalb haben die Längenschienen den Vorzug, zumal da sie auch wohlfeiler sind. Sie sind aber nur auf unbeweglichen Brücken, und nur dann anwendbar, wenn die Strafse nicht kurz vor der Brücke eine Wendung macht, weil sonst die Fuhrwerke die eisernen Spuren in der Regel verfehlen und ihr Nutzen sich also sehr vermindert.

88. Da die Oberfläche der Fahrbahn jeder Brücke mit dem anstofsenden Theil der Strafse zusammenfallen mufs, so liegen die Stirn-Enden der Brückenbalken allemal ganz in der Erde. Damit nun weder zwischen die Balken Erde durchfallen könne (was veranlassen würde, dafs sich vor den Enden der Brücke die Erde senkt), noch die Erdfeuchtigkeit sich unmittelbar in das Hirnholz der Strafsbäume ziehen könne (was sie bald verfaulen machen würde), so wird an jedem Ufer, vor die Hirn-Enden der Balken eine etwa 2 Zoll dicke, wo möglich eichene Bohle, Stirnbohle genannt, genagelt.

Was von §. 74. bis hierher gesagt ist, mufs nicht blofs von den in §. 74. erwähnten 12 bis 13 Fufs breiten Brücken, sondern meistentheils auch von breiteren und zum Theil auch von längeren Brücken verstanden werden. Sobald auf einer Brücke zwei Wagen sich sollen begeg-

nen können, mufs die Brücke zwischen den Geländern wenigstens 20 Fufs breit sein *).

89. Sind die Ufer mehr als 18 bis 20 Fufs von einander entfernt, so müssen die Brückenbalken auch noch zwischen den Stirn-Jochen unterstützt werden, und zwar in Entfernungen von 16 bis 18 Fufs, wenn man bei einfachen Balken bleiben will.

90. Sind die schwimmenden Körper, welche auf dem Gewässer unter die Brücke hindurchgeführt werden müssen, wozu vorzüglich Eisschollen, am obern Ufer losgerissene Bäume, Holzflösse und Schiffe gehören, nicht breiter als 14 bis 16 Fufs; und ist ferner der Querschnitt des Gewässers so beschaffen, dafs seine Tiefe wenigstens 1 Fufs mehr beträgt als die Höhe des eingetauchten Theils der erwähnten schwimmenden Körper: ist ferner der Boden so beschaffen, dafs sich eine bedeutende Vertiefung nicht erwarten läfst, und Pfähle so tief sich einschlagen lassen, dafs der unter dem Grundbette liegende Theil eben so lang ist als der Theil über demselben, so setzt man alle 16 bis 18 Fufs ein Pfahljoch.

91. Ein solches Pfahljoch bestehet aus einer oder mehreren Reihen von Pfählen, welche, g l e i c h l a u f e n d m i t d e m S t r o m s t r i c h (wovon später die Rede sein wird), in das Grundbett des Flusses gerammt, und hernach verholmt werden. Die Pfähle müssen sogenannte E i n s t ä m m l i n g e (d. h. n i e v o n g e s c h n i t t e n e m Holze), möglichst grade gewach-

---

*) Auf Chausséen macht man alle Brücken, die keine Mittel-Joche haben, so breit als den ganzen Damm, also 30, 36 bis 40 Fufs breit. 20 Fufs breiten Brücken giebt man 6 Balken, 24 bis 26 Fufs breiten Brücken 8 Balken. Auf 30 Fufs Breite rechnet man 10, auf 36 Fufs 12 und auf 40 Fufs Breite 14 Balken. Ferner ist zu bemerken, dafs es gut ist, wenn man bei breiten Brücken, von 24 Fufs Breite an, die beiden mittlern Balken nur etwa 1 Fufs von einander legt und die unteren Belag-Bohlen zwischen diesen Balken sich stofsen, dagegen die obern Belag-Bohlen durchgehen läfst. Dieses hat den Nutzen, dafs bei Reparaturen des Belags die Brücke nicht ganz gesperrt werden darf, sondern die Passage einstweilen über die eine Hälfte gehen kann, bis die andere in Stand gesetzt ist. Ferner ist es gut, wenn man den beiden Hälften des untern Belags einige Zolle Abhang nach der Seite giebt, so dafs die obere Seite der Balken nicht in einerlei Ebene liegt. Die Bohlen zum o b e r n Belage müssen dann etwas g e b o g e n werden, was leicht über dem Feuer geschieht, besser auch noch die untern Belagstücke, damit die Bohlen genau auf einander liegen. Dies hat den Vortheil, dafs der Abflufs des Wassers nach der Seite befördert wird. Auch ist zu bemerken, dafs es sehr zur längeren Dauer der Balken gereicht, welche die Hauptstücke der Brücke sind, wenn man die Belag-Bohlen nicht unmittelbar darauf legt, sondern erst eine 2zöllige Futterbohle, der Länge nach auf die Balken. Ist Birkenrinde zu haben, so legt man zwischen die Balken und die Futterbohlen dergleichen Rinde, die die Nässe lange abhält. Anm. d. H e r a u s g.

sen und fehlerfrei sein. Nur die Rinde wird abgeschält, und die ästigen und vorstehenden Theile werden abgehauen. Der Durchmesser der Jochpfähle darf nicht unter 9 Zoll am Gipfel sein und wird nicht leicht *über* 18 Zoll betragen können. Je schwächer die Pfähle sind, die man haben kann, in desto geringeren Entfernungen müssen sie geschlagen werden. 4 Fufs von Mitte zu Mitte ist die gröfste Entfernung. Die Holme müssen im Querschnitt nicht unter 10 Zoll breit und nicht unter 12 Zoll hoch sein. Die Zapfen an den Pfählen sollten nicht über $\frac{1}{4}$ der Höhe der Holme zur Höhe, etwas unter $\frac{1}{3}$ der Breite derselben zur Dicke, und fast die ganze Pfahlstärke zur Länge haben.

92. Da die Pfähle der Brückenjoche fast nie eine, beziehungsweise bedeutende Last zu tragen haben, dagegen aber bei Anschwellungen des Flusses der hydrostatische Druck sie zu heben strebt, zumal wenn sich noch Eis daran hängt, und sie, durch den Eisgang, ungeachtet stromaufwärts angebrachter Eisbrecher (wovon später mehr), erschüttert werden, so wird es in der Regel besser sein, die Jochpfähle so einzurammen, dafs das Stamm-Ende, als das stärkere, nach unten, und das Gipfel-Ende, als das schwächere, nach oben kommt, ungerechnet die Erleichterung, welche dadurch dem Einrammen der Pfähle zu Theil wird. (Davon weiterhin das Nähere.) Perronnet meint, dafs man die Pfähle mit dem Gipfel-Ende nach unten schlagen müsse, wenn die Mitte der ganzen Länge des Pfahls bedeutend unter den niedrigsten Wasserspiegel reicht, und im entgegengesetzten Falle umgekehrt verfahren müsse, weil dann die am meisten angegriffene Stelle des Pfahls, beziehungsweise am stärksten sei; allein diese Rücksicht möchte gegen die vorhin erwähnte unerheblich sein *).

93. In der Regel ist Eine Reihe Pfähle hinreichend. Wenn aber das Wasser sehr tief ist, und vorzüglich wenn die Joche noch weiter als 18 bis 20 Fufs von einander stehen müssen (in welchem Fall dann einfache Brückenbalken nicht mehr hinreichen), schlägt man zwei, auch wohl drei Reihen Pfähle in ein Joch. Jede Reihe wird alsdann, wenigstens bei bedeutenden Brücken, in der Höhe des niedrigsten Wasserstandes mit

---

*) Der Herausgeber tritt Perronet's Regel bei, weil die hebende Kraft des Wassers und Eises verhältnifsmäfsig nicht bedeutend, die Erleichterung des Einrammens, wenn das dicke Ende nach unten gebracht wird, problematisch, und dagegen die gröfsere Dicke des Pfahls oben, in Rücksicht des Widerstandes den er leisten soll, und in Rücksicht der Dauer wichtig ist. Anm. d. Herausg.

Gurthölzern umgeben, in welchen für jeden Pfahl beinahe dessen halber Querschnitt ausgeschnitten wird, und die hernach durch Schraubenbolzen zusammengezogen werden. Eine eben solche Gurtung bringt man auch noch einmal, etwa in der Mitte zwischen der vorigen und den Holmen an, und darauf auch wohl noch Kreuzbänder, deren Enden in die Gurtung versetzt und an die Pfähle gebolzt werden *).

94. Damit die Gurte und Streben nicht von den schwimmenden Körpern, vorzüglich den Eisschollen, abgerieben werden, bekleidet man die Joche mit Bohlen (wo möglich eichenen) von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dick, die am besten mit den Gurthölzern gleichlaufen **).

95. Enthält ein Joch nur Eine Reihe Pfähle, so schlägt man häufig die beiden äufsersten so, dafs sie mit ihren obern Enden sich etwas nach Innen zu neigen, welches auch gut ist, weil dadurch das Joch etwas stabiler wird. Aber (wie Wiebeking will) sämmtliche Pfähle, mit Ausschlufs des mittelsten, schief zu schlagen, möchte eher nachtheilig als vortheilhaft sein ***). Noch weniger aber ist anzurathen, den ersten gegen den Strom gekehrten Pfahl als Eisbrecher zu benutzen, weil dadurch das Joch allzu heftigen Erschütterungen ausgesetzt werden würde.

96. Sind zwei oder drei Reihen Pfähle vorhanden, so würde das verschalte Joch im wagerechten Querschnitte ein Recht-Eck bilden, woraus Wirbel und Widerströme, welche leicht Ausspühlungen des Grundbettes veranlassen könnten, entstehen würden. Um dies zu verhüten, schlägt man, wenigstens am obern Ende, besser aber an beiden Enden des Joches, je vor zwei Reihen Pfähle in der Mitte noch einen Pfahl, vor drei Reihen erst zwei und dann Einen Pfahl u. s. w., so dafs der wagerechte Querschnitt des Joches sich in ein gleichseitiges Drei-Eck endigt.

97. Jochpfähle zu pfropfen, oder Wasserschwellen auf Grundpfähle zu strecken, und darauf Jochwände von Säulen und Holmen zu stellen,

---

*) Die Kreuzbänder sind wohl die Hauptsache, weil nur schief stehende Streben einen starken Widerstand leisten können. Die zweite Gurtung wird in der Regel wegbleiben können. Anm. d. Herausg.

**) Sie können auch die Richtung der Streben haben. Dann helfen sie als Streben Widerstand leisten. Anm d. Herausg.

***) Wenigstens ist es schwierig, weil schiefstehende Pfähle sich nur mit bedeutend gröfserer Kraft und Mühe einrammen lassen, als senkrechte. Anm. d. Herausg.

ist allzu verwerflich, als dafs dieses Verfahren hier näher beschrieben zu werden brauchte *).

98. Ist es nothwendig, die Joche weiter als 18 bis 20 Fufs von einander zu entfernen, so legt man, wenn die Weite 28 bis 30 Fufs nicht überschreitet, Sattelhölzer (für jeden Balken Eins) auf die Jochholme, welche dann um die Dicke der Sattelhölzer tiefer gelegt werden müssen, im Fall die Fahrbahn nicht höher liegen darf. Dann kann ein solches Sattelholz, welches den nemlichen Querschnitt wie die Brückenbalken haben mufs, ungefähr 5 Fufs auf jeder äufsern Seite des Jochholms überstehen, so dafs der freiliegende Theil der Balken für jede Jochweite um 10 Fufs verkürzt wird. Bolzt man dann die Sattelhölzer mit den darüber liegenden Balken zusammen, und bringt allenfalls noch Eckbänder zwischen Pfahl- und Sattelholz an, so kann man die Entfernung der gegeneinander gekehrten Enden der Sattelhölzer über je zwei auf einander folgenden Mitteljochen, als die Entfernung der Unterstützungspuncte ansehen **).

99. Es darf nicht unbemerkt bleiben, dafs man sich irrt, wenn man glaubt durch Sattelhölzer auf den Landjochen eine gleiche Wirkung hervorzubringen; denn die Sattelhölzer helfen nur dann etwas, wenn sie machen, dafs die Fasern der auf ihnen liegenden Theile der Strafsbalken angespannt werden, sobald ihre freiliegenden Theile sich senken. Dies geschieht aber nur bei den Sattelhölzern der Mitteljoche, weil über denselben entweder die Balken durchgehen, oder doch wenigstens (im Fall sie gestofsen werden müssen) durch Verschränkung, Verkämmung oder Verzahnung und eiserne verbolzte Schienen so mit einander verbunden werden können, dafs man sie als aus Einem Stücke bestehend ansehen kann, was keinesweges bei denen

---

*) Es kann indessen kommen, dafs das Wasser so sehr tief ist, dafs die vorhandenen Hölzer nicht lang genug zu durchreichenden Pfählen sind, oder dafs nur kurze Hölzer zu haben sind. Dann bleibt nichts übrig, als Schwellen in der Höhe des kleinsten Wassers zu legen, und darauf Jochwände zu setzen. Diese Wände müssen dann recht fest verstrebt und mit Eisen an die Grund-Pfähle befestigt werden. Auch kommen aufzusetzende Wände vor, wenn die Pfähle verfaulen, was nur bis auf das kleinste Wasser geschiehet: denn derjenige Theil des Holzes, der immer im Wasser bleibt, ist fast unvergänglich. Alsdann schneidet man die Pfähle in der Höhe des kleinsten Wassers ab, und setzt verstrebte Wände auf. Immer sind indessen aufgesetzte Wände nur eine Nothhülfe, und wenn hinreichend langes Holz zu haben ist, müssen die Pfähle neuer Brücken durchaus immer durchgehen.

Anm. d. Herausg.

**) Die Eckbänder sind nur dann rathsam, wenn die Brückenbahn hoch genug liegt, dafs man nicht zu fürchten hat, die Bänder werden von dem Eise bei hohen Fluthen weggerissen werden. Anm. d. Herausg.

über den Landjochen der Fall ist, die nur so weit hinter die Stirnflächen reichen, als die Brückenbalken, also nur um etliche Fuſs, und sich daher mit den Balken-Enden zugleich nach der Öffnung zu ziehen. Wollte man der Symmetrie wegen Sattelhölzer über die Stirnjoche legen, so wären sie nur unter den Ortbalken nöthig; in jedem Fall aber muſs dann die Länge des freiliegenden Theils der Balken von der Stirnfläche des Landjoches bis zum Anfange des Sattelholzes über dem nächsten Mitteljoche gerechnet werden, weshalb entweder die Balken über den, den beiden Ufern zunächst liegenden Öffnungen verstärkt, oder die Öffnungen kleiner gemacht werden müssen, als die zwischen den Mitteljochen *).

100. Es scheint nun zwar, als dürfe man, bei noch gröſserer Entfernung der Joche, anstatt Eines Sattelholzes nur Zwei nehmen, und wenn dies nicht hinreicht, Drei, u. s. w., wobei die obern dann immer 3 bis 4 Fuſs an jeder Seite über die untern hervorragen könnten. Allein diese Hölzer würden zu hoch aufgeschichtet werden und durch Querverbindungen erst wieder standfähig gemacht werden müssen, was kostbar sein würde. Auch würde man den Querschnitt des Flusses, bei hohen Anschwellungen nachtheilig verengen, weshalb dazu nicht zu rathen ist.

101. Zunächst könnte man weiter entweder sämmtliche Straſsbäume aus verzahnten Balken machen, oder wenigstens die beiden Ortbalken (an welche Träger zu hängen wären, auf denen die Zwischenbalken ruheten); allein damit würde man auch nicht viel weitere Öffnungen

---

*) Die Verstärkung, welche Sattelhölzer, die mit den Balken zusammengebolzt sind, einer Brückenbahn gewähren, besteht darin, daſs das freiliegende eine Ende des Sattelholzes sich nicht senken kann, ohne daſs das andere sich hebt, weil sich die kurzen und dicken Sattelhölzer nicht leicht biegen. Die Brückenbahn kann sich also in der Mitte zwischen zwei Jochen nicht anders senken, als wenn sie über die angrenzenden Joch-Öffnungen sich hebt. Die Sattelhölzer machen, daſs die Brückenbahn mehr als aus Einem Stücke zu betrachten ist, und dies gewährt ihr eine ansehnliche Verstärkung. Da jenseit der Stirnjoche keine Brückenbahn weiter sich befindet, so hört hier die Wirkung der Sattelhölzer auf, und sie nutzen also über den Stirnjochen nichts. Daſs man sie dennoch so häufig auch über den Stirnjochen angegeben findet, wo sie in der That nicht die Balken tragen helfen, sondern umgekehrt von den Balken getragen werden müssen, ist ein Beweis zu vielen anderen, wie wenig allgemein noch selbst die einfachsten Regeln der Baukunst und die physikalischen Grundsätze welche sie zu berücksichtigen haben, bekannt sein müssen.

Übrigens wird es mit wenigen Ausnahmen angemessen sein, die Brücken-Öffnungen zunächst an den Stirnjochen um die halbe Länge der Sattelhölzer enger zu machen als die übrigen, weil groſse Öffnungen, des Eisganges und der Flösse und Schiffe wegen, in der Regel nur nach der Mitte zu nothwendig sind, weil dort gewöhnlich das Wasser am tiefsten ist. Anm. d. Herausg.

überspannen können, und sie mögen daher um so mehr übergangen werden, als sie doch am Ende nur scheitrechte Holzbogen sind, die hernach vorkommen *).

102. Mufs jedes Joch von dem andern mehr als 30 Fufs entfernt sein, so reichen die bisher angegebenen Mittel **) nicht mehr hin, und man mufs dann entweder

a) zu Hängewerken, oder

b) zu Sprengewerken

seine Zuflucht nehmen.

103. Hängewerke können nur über die Ortbalken gestellt werden, in sofern man nicht etwa die Fahrbahn nach der Breite in zwei Hälften theilt und die Fuhrwerke über die eine vom rechten zum linken Ufer, über die andere vom linken zum rechten Ufer gehen läfst, in welchem Fall drei oder auch vier Hängewerke möglich sind. Indessen sind für jede Wagenbreite mit Zubehör immer nur zwei Hängewerke möglich. Man benutzt entweder die Ortbalken selbst als Schwellen (wie gewöhnlich geschieht), oder man legt auf den untern Belag eine besondere Schwelle (die dann zuweilen zugleich als Pflasterschwelle dient). Dann bringt man entweder Eine Hängesäule und zwei Bänder (und zwar bei nicht mehr als 36 Fufs Weite der Brücken-Öffnung) oder zwei Hängesäulen, einen Spannriegel und zwei Bänder (bei nicht mehr als 54 Fufs Weite) oder

*) Nach des Herausgebers Erfahrung und Überzeugung, die mit der ziemlich allgemein angenommenen Ansicht übereinstimmt, sind verzahnte Balken das beste und einfachste Mittel, Brücken-Öffnungen von derjenigen Weite, wie sie gewöhnlich wirklich und wesentlich nothwendig ist (denn häufig macht man die Öffnungen unnöthig weit) zu überspannen. Und zwar ist es rathsam, die Balken sämmtlich zu verzahnen, nicht blofs die Ort-Balken. Besser legt man weniger Balken, als dafs man sich der Träger quer unter den Balken bedient, die keine gute Verbindung geben. Man kann mit verzahnten Balken ohne Bedenken bis auf 40 Fufs gehen, und selbst, wenn hinreichend starke und lange Hölzer zu haben sind, bis auf 45 und 48 Fufs, und wenn man noch einfache oder doppelte Sattelhölzer unter die verzahnten Balken legt, selbst bis auf 50 und 54 Fufs. Es ist kaum eine einfachere und dauerhaftere hölzerne Brücke denkbar als mit verzahnten (nicht verdübelten) Balken. Wenn man, wie es sein mufs, die obern Balken, die sonst in der Mitte der Öffnungen gestofsen werden, gegenseits über die Joche durchgehen läfst und die beiden Balken mit einander, und im Fall Sattelhölzer vorhanden sind, Alles zusammen verbolzt, so besteht die Brückenbahn gleichsam aus Einem Stücke und übertrifft bei weitem an Festigkeit und Dauer jede andere künstliche Construction. Sie äufsert keinen Seitenschub, die Joche tragen nur und Alles thut seine einfachen und natürlichen Dienste. Deshalb bedient man sich auch, von der Erfahrung belehrt, mit Recht ziemlich allgemein dieser sehr angemessenen Construction. Anm. d. Herausg.

**) Mit Ausnahme der verzahnten Balken. Anm. d. Herausg.

(bei gröfserer Weite) noch mehr Hängesäulen, Spannriegel und Bänder an, und zwar in jedem der beiden Hängewerke. Jeder Hängesäule in dem Hängewerke an der Einen Seite der Brücke liegt eine Säule an der andern gegenüber. Hängt man an jede von den Säulen eines solchen Paares, vermittelst eiserner Stangen (Hänge-Eisen, Hängekörbe), das Eine Ende eines Querbalkens [Unterzugs, Hängetrahms (eigentlich Trabes von Trabs)], so kann man diese Hängetrahme als Jochholme ansehen, vorausgesetzt, dafs die Schwellen, die Hängesäulen und die Hänge-Eisen nicht zerreifsen, und Spannriegel und Bänder nicht gebogen werden können; und dann legt man die Strafsbäume etc. wie gewöhnlich darauf. Sind mehr als zwei Hängesäulen in einem Hängewerke nöthig, so müssen je ein Spannriegel und zwei Bänder ein oder mehrere Paare von Hängesäulen (Paar heifsen jede zwei von der Mitte der Öffnung gleich weit abliegende Säulen) durchschneiden. Da aber sowohl jeder Spannriegel als jedes Band entweder aus Einem Stücke bestehen, oder wenigstens aus mehreren so zusammengesetzt werden mufs, dafs es als aus einem einzigen Stücke bestehend angesehen werden kann, so müssen die Hängesäulen aus zwei Stücken nach der Breite zusammengesetzt und jedes Stück mufs um die Hälfte der Breite jedes durchgehenden Bandes oder Spannriegels ausgeschnitten, beide Stücke aber müssen sorgfältig durch Schraubenbolzen mit einander verbunden werden *).

104. Der Sprengewerke können so viele, als die Breite der Brücke erlaubt, angebracht werden. Es können eben so viele Querbalken (Unterzüge) durch Spannriegel und Bänder unterstützt werden als durch die Hängewerke, und es ändert sich nichts weiter, als dafs die Schwelle wegfällt,

---

*) Hängewerke sind nach der Meinung des Herausgebers nur erst dann nöthig und rathsam, wenn verzahnte Balken nicht mehr zureichen, also nur erst dann, wenn die Brücken-Öffnungen weiter als 50 und 54 Fufs sein sollen. Über geringere Öffnungen sind sie bei weitem nicht so gut als verzahnte Balken; denn sie sind viel künstlicher und zusammengesetzter, und es ist eine allgemeine Regel, dafs ein Werk, zumal von Holz, der freien Luft und Witterung ausgesetzt, um so weniger Festigkeit, und besonders um so weniger Dauer hat, je künstlicher und aus je mehr kleinen Stükken es zusammengesetzt ist.

Die Hängewerke lassen sich aufserdem, ihrer Höhe wegen, nur mit Schwierigkeit gegen das Ausweichen nach der Seite befestigen; auch ist es schwierig, die Schwellen oder Balken, worin die Streben sich stemmen, in so fern sie nicht aus durchgehenden Hölzern bestehen, so zu machen, dafs sie nicht von der Gewalt der Streben von einander getrieben werden; desgleichen ist es schwer, dem Einstemmen der Streben in die Balken gehörige Festigkeit zu geben.

deren absolute Festigkeit durch die Stabilität der Widerlagen ersetzt werden mufs. Pfahljoche können also nur dann widerstehen, wenn der wägerechte Schub der Sprengstreben auf beiden Seiten beinahe gleich ist, und daher müssen bei Sprengwerken, die Landjoche *unbedingt* gemauerte Stirnpfeiler sein. Bei den Mitteljochen könnten zwar die Sprengstreben in die Pfähle gestemmt werden; es würden aber dadurch die Pfähle geschwächt werden; daher ist es besser, die Streben gegen Gurtungen sich stemmen zu lassen, zwischen welchen allenfalls Riegel angebracht, und die etwa um 1 Zoll in die Pfähle eingelassen werden können *).

105. Hängewerke erlauben, die untere Seite der Brückenbalken bis nahe über den bekannten höchsten Wasserstand zu senken, und erfordern keine Stirnpfeiler, können aber nur über den beiden Ortbalken angebracht werden, und sind der Witterung ausgesetzt. Sprengewerke erfordern eine gröfsere Höhe der Unterkante der Brückenbalken über dem höchsten Wasserspiegel, weil die untern Enden der Sprengstreben, wenn es irgend möglich ist, noch über dem höchsten Wasser bleiben müssen, und aufserdem noch (zuweilen bedeutend stärkere) Stirnpfeiler. Ob ein Hängewerk besser sei als ein Sprengewerk, hängt von den örtlichen Umständen ab. Jedes von beiden kann beziehungsweise das beste sein.

106. Holzbogen und Bohlenbogen gehören ebenfalls theils zu den Hängewerken, theils zu den Sprengewerken. Wie alle diese so verschieden scheinenden, dem Wesen nach aber nur wenig abweichenden Anordnungen oder Systeme zu beurtheilen sind, möchte nicht besser gezeigt werden können, als es Gauthey in seinem „*Traité des ponts*" Band II. S. 76. bis 85. gethan hat, und darum mag die Stelle hier folgen, zwar nicht in wörtlicher, aber doch in sinngetreuer Übersetzung.

107. „Es seien *A* und *B* (Taf. I. Fig. 21.) zwei Stützpuncte, welche durch ein grofses Zimmerwerk mit einander in Verbindung gebracht werden sollen, so wird von diesem Zimmerwerk nicht allein sein eigenes Gewicht, sondern auch das der Fahrbahn getragen werden müssen, welches man als gleichförmig über die ganze Länge verbreitet ansehen kann. Zunächst wird man auf den Gedanken kommen, auf die beiden Stützpuncte

*) Es möchte wohl ziemlich mifslich sein, die Streben von Sprengewerken gegen Pfahljoche, die fast gar keine Stabilität haben, sich stemmen zu lassen. Es dürften vielmehr mit Sicherheit Sprengewerke nur dann Statt finden können, wenn die Brücke lauter steinerne Pfeiler hat. Anm. d. Herausg.

einen hölzernen Balken zu legen, der eine solche Gestalt hat, dafs er in jedem Puncte seiner Länge den beiden angeführten Lasten gleichen Widerstand entgegensetzt. Erinnert man sich der Sätze über Körper von gleichem Widerstande (Eytelwein's Statik, B. II. §. 475. bis 489.), so ist leicht zu sehen, dafs der Balken ungefähr die in der Figur angezeigte Gestalt *ACB* bekommen müsse. Wird dieser Körper gebogen, so werden seine obern Fibern zusammengedrückt, die untern ausgedehnt, so dafs im Körper selbst zwei Linien *ca*, *cb* liegen, über welchen nur zusammengeprefste und unter welchen nur ausgedehnte Fibern sich befinden. Der Widerstand des Körpers kann daher als aus der Summe einer Menge von Pressungen, nach Richtungen wie *mp*, *np*, und aus einer Menge von Spannungen nach Richtungen wie $p'm'$, $p'n'$, und allein als aus diesen bestehend angesehen werden. Die Pressungen und Spannungen sind um so gröfser, je näher *mp*, *np* der obern, und $p'm'$, $n'p'$ der untern Seitenfläche liegen, also je entfernter beide von der gebrochenen Linie *acb* sind."

„Hieraus lassen sich nun weitere Folgerungen ableiten. Zuvörderst siehet man, dafs die einzelnen Stücke, aus denen das Zimmerwerk zusammengesetzt werden soll, eine solche Lage erhalten müssen, dafs ihre Richtung der Länge nach mit denen der Linien zusammenfallen, nach welchen die Pressungen und die Spannungen zusammenwirken, weil das Holz auf die vortheilhafteste Art angewandt wird, wenn man entweder nur seine absolute, oder wenigstens nur seine rückwirkende Festigkeit in Anspruch nimmt. Man wird ferner sehen, dafs es bei einerlei Summe der Querschnitte sämmtlicher Verbandstücke (in demselben Abstande von einem der Stützpuncte genommen) besser ist, dieselben von einander entfernt anzubringen, also das Zimmerwerk nicht voll, sondern durchsichtig, und dadurch höher zu machen. Es läfst sich nun der Betrag eines im Puncte *C* aufgehängten Gewichts finden, welches eben so auf das Zimmerwerk wirkt, als die über dessen Länge verbreitete Belastung, und, als Mittelkraft angesehen, in zwei Seitenkräfte zerlegen, deren Richtungen die aus *C* nach den Stützpuncten *A* und *B* gezogenen Linien sind. Je gröfser aber der lothrechte Abstand des Aufhängepunctes *C* von den Stützpuncten *A* und *B* ist, desto kleiner wird der Richtungswinkel der beiden Seitenkräfte sein, also auch die Gröfse der Kräfte selbst."

Dies führt auf den Verband (Taf. I. Fig. 22.), dessen man sich bei der 1757 erbauten und 1799 im Kriege verbrannten Brücke über den

Rhein zu Schaffhausen, und bei der 1778 erbauten und 1799 im Kriege verbrannten Brücke über die Limmat zu Wettingen bedient hat. Die Hängewände dieser beiden Brücken haben, wenigstens näherungsweise, die Gestalt eines Körpers von gleichem Widerstande; aber jedes einzelne Holzstück ist darin so angebracht, dafs es nur nach der Richtung seiner Länge entweder zusammengeprefst oder auseinander gezogen werden kann. Jedoch sind die Stücke weggelassen, welche in die Nähe der gebrochenen Linie *acb* (Fig. 21.) fallen würden, da sie sonst gar keinem Angriffe ausgesetzt sind, und mithin nur die Belastung, ohne Vortheil zu gewähren, vergröfsert haben würden. Man siehet, dafs hier weit mehr Stücke angebracht sind, welche nach ihrer Länge zusammengeprefst werden, als solche die auseinander gezogen werden. Der Grund hiervon ist der, dafs die absolute Festigkeit des Holzes viel gröfser ist als seine rückwirkende *)."

„Die Hängewände dieser Brücken ruhen zwar auf Stirnpfeilern oder Landjochen, aber sie üben keinen wagerechten Schub darauf aus, in so fern die absolute Festigkeit des untersten, gewöhnlich verzahnten Balkens nur grofs genug ist. Machte man die Stirnpfeiler so stark, dafs sie dem wagerechten Schube zu widerstehen im Stande wären, so könnte man, ohne weitere Änderung, den gedachten, gewöhnlich verzahnten Balken weglassen. Dies führt auf die Verbindung (Fig. 23.), welche freilich hohe, und wo möglich aus Felsen bestehende Ufer bedingt. Eine kleine Veränderung der Anordnung giebt diejenige (Fig. 24.).

„Diese letztere hat zwar vor der vorhergehenden den Vorzug, dafs die einzelnen Strebebänder durch Verzahnung und Verbolzung zu einem einzigen Strebebande verbunden werden können, welches einen gröfseren Widerstand leisten würde, als die entfernt von einander angebrachten einzelnen Bänder, zumal wenn dieselben nicht ganz durchgehen könnten, sondern gestofsen werden müfsten. Allein dieser Vorzug wird von einem Nachtheile in anderer Rücksicht überwogen. Da man nemlich die Wirkung des Gewichts der Brücke und ihre Belastung derjenigen mehrerer an die Hängesäulen angehängter Gewichte gleich setzen kann: so wird, in den Systemen (Fig. 22. und 23.) die Wirkung dieser Gewichte auf die Stütz-

*) Wenn ein Holzstück so eingespannt ist dafs es sich nicht biegen kann, so ist die Kraft es zusammenzudrücken viel gröfser als die welche es zerreifst.

Anm. d. Herausg.

puncte fortgepflanzt, und bringt fast nur einen Druck auf das obere Ende des Bandes (gleichlaufend mit dessen Länge) hervor, weil an der fraglichen Stelle das Gewicht selbst nach zwei Richtungen zerlegt werden mufs, deren eine die des Strebebandes, die andere die des Spannriegels ist, strebt aber durchaus nicht, die übrigen Bänder, welche von der Hängesäule umfafst werden, zu biegen. Sämmtliche Bänder sind daher nur Pressungen nach ihrer Länge ausgesetzt, wogegen im Systeme (Fig. 24.) die Strebe nicht allein dieselbe Längenpressung als die (Fig. 23.), sondern auch Pressungen normal auf ihre Länge aushalten mufs, weil das auf jede Hängesäule fallende Gewicht nach zwei Richtungen zerlegt werden mufs, von welchen die eine in die der Strebe fällt, und die andere darauf normal ist."

„Dieses führt auf eine fernere Abänderung. Da sich nemlich jedes Holzstück um so weniger leicht biegt, je kürzer es ist, so ist es vortheilhaft, anstatt zweier Strebebänder ihrer drei zu machen. Obgleich nun die Winkel, welche diese letzten einschliefsen, stumpfer sein werden als der der vorigen, und deshalb die aus der Zerlegung der Belastung entstehenden Längenpressungen gröfser sein werden als vorher, so gewinnt man doch durch die Verringerung der Länge der Stücke mehr, als durch die Vergröfserung der Pressungen verloren geht. So erhält man das System (Fig. 25.). Bringt man, wie in (Fig. 26.) vier Strebebänder an, so würde jedes einzelne noch stärker werden; und vermehrte man so immer fort die Anzahl der Bänder, wodurch die einzelnen Bänder immer kürzer werden würden, so würde man bald auf Stücke kommen, die zu kurz wären, als dafs sie sich noch biegen liefsen, wie in (Fig. 27.), und die dann nur noch zerdrückt werden könnten. Eine solche Anordnung kommt in Perronet's Entwurf zu der Brücke bei der Salpetrière vor, und ist in der Mulatière-Brücke zu Lyon wirklich ausgeführt. Um aber klar zu zeigen, weshalb die beiden letztern Systeme nicht gut sind, mögen jetzt einige Bemerkungen über die Natur der Holzverbände überhaupt folgen, die hier am rechten Orte stehen dürften."

„Ein Holzverband mag zusammengesetzt sein wie man will: immer sollen gewisse Kräfte, vermittelst eines Systems mit einander verbundener Hebel, auf Stützpuncte übertragen werden. Aber man kann in einem Systeme zwei verschiedene Arten von Gleichgewicht unterscheiden: Gleichgewicht wegen der Lage, und Gleichgewicht wegen der

Festigkeit der Materialien. Gleichgewicht wegen der Lage findet Statt, wenn die auf jeden Hebel wirkenden Kräfte solche Richtungen gegen einander haben, dafs das System kein Bestreben nach Bewegung bekommt; dies ist Gegenstand der eigentlichen Statik, welche die Bedingungen lehrt, unter denen es Statt findet. Gleichgewicht wegen der Festigkeit der Materialien ist vorhanden, wenn jeder Hebel, der in der reinen Statik als eine unbiegsame Linie angesehen wird, auch als physischer Körper fest genug ist, um den darauf wirkenden Pressungen widerstehen zu können. Die Bedingungen dieser letztern Art von Gleichgewicht sind der Gegenstand der Theorie des Widerstandes fester Körper."

„Ein System von Hebeln kann auf zwei sehr verschiedene Arten in Ruhe erhalten werden: Erstlich indem man die Hebel in eine solche Lage bringt, dafs die Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage, so wie sie sich aus den statischen Grundsätzen ergeben, vollkommen erfüllt werden, und zweitens, indem man die einzelnen Hebel unter einander unmittelbar, oder auch durch Hülfsstücke, wie Zangen oder Bänder, so verbindet, dafs sie ihre gegenseitige Lage nicht ändern können, so lange die Festigkeit der gedachten Verbandstücke gröfser ist, als die Kräfte, welche die Gestalt des Systems zu ändern streben. In diesem letzteren Falle ist es nicht mehr nöthig die Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage zu erfüllen; das System mufs so angesehen werden, als bestände es nur aus einem einzigen Stücke, und nur das Gleichgewicht wegen der Festigkeit der Materialien ist zu berücksichtigen."

„Diese Ansichten sollen nun auf die hölzernen Brücken angewandt, und als Beispiel mag das System (Fig. 27.) gewählt werden. Nimmt man blofs auf das Gewicht des Holzverbandes und des Pflasters Rücksicht, so kann man die Hebel so anordnen, wie es die Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage erfordern. Aber es ist zu erwägen: 1) dafs das Gleichgewicht häufig durch über die Brücke gehende Wagen unterbrochen werden wird, 2) dafs es der Stabilität ermangelt, und mithin die geringste Störung den Einsturz der Brücke zur Folge haben würde; und daraus folgt, dafs wenn die Rippen einer Brücke durch Systeme von Hebeln gebildet werden, die Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage nie erfüllt werden können, und dafs, im entgegengesetzten Falle, solche nicht einmal hinreichend sein würden. Es ist daher nothwendig, dafs die fraglichen Hebel unter einander verbunden werden, und dafs in jeder Zusammenfu-

gung die Verbindung der Veränderung des Winkels mit einer Kraft widersteht, die so grofs oder gröfser ist, als die von der Belastung herrührende, welche die gedachte Veränderung hervorzubringen strebt. Daher mufs sich der Holzverband einer Brücke, der Natur der Sache nach, im zweiten der im vorigen Absatze unterschiedenen Fälle befinden. Das Gleichgewicht wegen der Lage darf nur in so fern in Betracht gezogen werden, um auszumitteln, ob die Verbindungen in den Stöfsen stark genug sind, jede Veränderung der Gestalt zu verhindern. Ist diese unerläfsliche Bedingung erfüllt, so ändert sich die Natur des Systems; es mufs so angesehen werden, als bestände es nur aus einem einzigen Stücke, und die Schätzung des Widerstandes, den es zu leisten vermag, mufs dann unter dieser Voraussetzung geschehen."

„Betrachtet man die Systeme (Fig. 22. 23. 24.), so siehet man, dafs in denselben kein Bestreben ist ihre Form zu verändern, gleich viel auf welche Art die Last über dieselben vertheilt ist. Unter den verschiedenen Arten von Zimmerverbänden ist übrigens der, welcher ein Dreieck bildet, der einzige der diese Eigenschaft hat. Man wird daher jedes andere System auf dieses bringen müssen, und zwar dadurch, dafs man die Stöfse, mit Ausnahme dessen im Scheitel, gehörig befestigt, so dafs man immer, auf welche Art eine Rippe auch angeordnet sein mag, ihre beiden Hälften wie zwei Strebebänder ansehen kann, deren jedes aus einem einzigen Stücke bestehet, und die sich im Scheitel gegeneinander lehnen. Wenn das System Stabilität haben soll, so ist es unerläfslich, dafs diese Bedingung erfüllt werde; und keine Brücke kann stehen, wo es nicht der Fall ist."

„Nun siehet man leicht, dafs sich in einem Systeme, welches aus zwei Strebebändern besteht, die sich wie gedacht gegen einander lehnen, die Last in zwei Seitenkräfte zerlegen läfst, deren Richtung die beiden geraden Linien vom Scheitel bis zum Anfange der Rippen sind. Der Widerstand der beiden Strebebänder mufs daher im Stande sein, jenen beiden Pressungen das Gleichgewicht zu halten; und wenn man seinen Werth schätzen will, so mufs man die Strebebänder als aufrecht gestellt, und als mit einem Gewicht belastet ansehen, welches je einer von den vorgedachten Pressungen gleich ist."

„Man siehet hieraus, wie nachtheilig es ist, in die beiden Hälften einer Rippe eine grofse Menge von Stöfsen zu legen, welche gleichsam

eben so viele Brechungspuncte sind, und den Widerstand, den jede Hälfte leisten kann, bis auf den Theil vermindern, der durch die Festigkeit der Verbindungen hervorgebracht wird. Es kann leicht sein, diese Verbindungen in jedem Stofse so stark zu machen, dafs das System seine Form nicht ändern kann; aber wie die Erfahrung lehrt, ist es sehr schwer (und wenn die Menge der Stöfse beträchtlich ist, sogar unmöglich), sie so fest zu machen, dafs jede Hälfte der Rippe der nach der Richtung ihrer Länge darauf wirkenden Pressung hinlänglichen Widerstand entgegensetzten könne. Aus diesem Grunde sind die Systeme (Fig. 25 26. 27.) um so unvortheilhafter, aus einer je gröfseren Zahl von Bändern man sie zusammensetzt; und am Ende ganz unausführbar."

„Man erhält eine festere Verbindung, wenn man in (Fig. 28.) Bänder so anordnet, dafs sie Theile der Umfänge von Vielecken bilden, von denen je die Winkel des einen auf die Mitte der Seiten des folgenden treffen, weil, wenn jede Hälfte der Rippe den Pressungen vom Scheitel nach den Anfängen nachgäbe, nicht allein die Verbindungen in den Stöfsen, sondern auch die Bänder in ihrer Mitte gebogen und zerbrochen werden müfsten. Es ist indessen zu bemerken, dafs weil die verschiedenen Reihen von Bändern nie sehr fest mit einander verbunden werden können, indem sie einander nur in wenigen Puncten berühren, die Rippen im Ganzen sich auf eine gewisse Weise biegen können, ohne dafs jedes einzelne Stück sich bemerkbar böge; denn dazu braucht jede einzelne Hängesäule nur etwas weniges aus ihrer Lage zu kommen, so dafs die Stücke, welche das Vieleck auf der hohlen Seite bilden, sich nicht zu verkürzen, und die, welche das auf der erhabenen Seite bilden, sich nicht zu verlängern brauchen, wie es der Fall sein müfste, wenn sie vollkommen mit einander verbunden wären, und die ganze Rippe sich böge. Nun ist es aber unmöglich, die Einschnitte in den Hängesäulen so genau zu arbeiten, dafs ein solches Verschobenwerden derselben nicht Statt finden könnte, und daher läfst das System (Fig 28.) immer noch viel zu wünschen übrig, obgleich es dem Systeme (Fig. 27.) schon bei weitem vorzuziehen ist. Des Systems (Fig. 28.) hat sich Perronet zu den Lehrbogen steiner ner Brücken bedient."

„Setzt man die Rippen nicht aus geraden Stücken zusammen, die einander nur an ihren Enden und in der Mitte berühren, wobei das Ganze merklich seine Form verändern kann, ohne dafs jedes einzelne

Stück sich biegen müfste, sondern, wie in (Fig. 29.), aus krummen Stükken, die einander ihrer ganzen Länge und Breite nach berühren, und durch Hängesäulen und Bolzen mit einander verbunden und gegeneinander gepreſst sind, jedoch so, daſs die Stöſse gewechselt werden, so ist die Natur des Systems eine ganz andere, und das vorige bedeutend verbessert. Die Rippe (Fig. 29.) kann sich nemlich nicht biegen, ohne daſs sich nicht zugleich sämmtliche Stücke, aus welchen sie besteht, in allen ihren Puncten mit biegen müſsten; die Verbindung der Enden der fraglichen Stücke ist es also nicht mehr allein, welche die Biegung jeder Hälfte der Rippe zu verhindern strebt; denn der Widerstand der Hölzer selbst kommt jenen Verbindungen zu Hülfe und widersetzt sich der Biegung sogar noch stärker als diese, und wenn dieser Widerstand groſs genug ist, wird die Biegung sogar ganz unmöglich sein, gleich viel ob die Verbindung in den Stöſsen etwas mehr oder weniger sorgfältig ausgeführt ist. Bei der Anordnung (Fig. 29.) widersteht jede Hälfte der Rippe der darauf nach ihrer Länge wirkenden Pressung auf dieselbe Art, wie bei (Fig. 24.). Jene ist von eben so unveränderlicher Form als diese, aber viel vorzüglicher, weil man wegen der Krümmung, welche jedes einzelne Band erhält, nichts von den nach der Quere darauf wirkenden Pressungen zu fürchten hat, und man auf diese sogar nicht einmal mehr Rücksicht zu nehmen braucht."

„Die Figuren 30., 31. und 32. stellen einen nach diesen Grundsätzen entworfenen Bogen über eine 40 Meter weite Öffnung vor. Die Rippen sind 2 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Jede Rippe besteht aus vier Bogen-Curven, welche mit Schraubenbolzen zusammengezogen und deren Stöſse gewechselt sind. Diese Rippen tragen die Fahrbahn vermittelst Hängesäulen (Schwebesäulen), die nach unserer Meinung besser lothrecht als normal auf die Wölblinie gesetzt werden. Man kann überhaupt als allgemeinen Grundsatz annehmen, daſs in jedem Zimmerverbande (so weit als möglich) jedes Holzstück gerade in der Richtung der darauf wirkenden Pressung angebracht werden muſs. Um die gedachte Hängesäulen greifen wagerechte, auf den Rippen liegende Zangen, welche die letztern stets in einerlei Entfernung von einander halten. Die Hängesäulen sowohl als die Zangen dürfen nie weiter als 5 Meter von einander entfernt sein."

„Ist die Öffnung des Bogens beträchtlich, so verursachen die Stöfse der darüber gehenden Fuhrwerke, und zuweilen sogar schon der Wind, wagerechte Schwingungen, welche den Holzverband stark angreifen und ihm sehr gefährlich werden können, weshalb man die gröfste Sorgfalt anwenden mufs, diese Schwingungen zu verhindern. Biegt sich ein hölzerner Brückenbogen nach seiner Breite, so erhalten die wagerechten Zangen, die anfänglich mit einander gleichlaufend waren, eine auf die wagerechte Projection der Krümmung der Rippe normale Richtung, und müssen mithin ihre Lage gegen einander verändern; daher wird man der wagerechten Biegung der Rippe entgegenwirken, wenn man Verbandstücke anbringt, welche die Veränderung der Lage der Zangen gegen einander verhindern. Im Grundrisse (Fig. 31.) siehet man die Windruthen, welche zu diesem Ende zwischen den Zangen angebracht sind."

„An den Schwingungen eines Bogens kann der ganze Verband Theil nehmen; sie können aber auch nur in einzelnen Theilen Statt finden. So kann sich z. B. die Fahrbahn bis zu einer gewissen Grenze, unabhängig von den Rippen, bewegen. Es ist ebenfalls sehr nothwendig, diesen Bewegungen Widerstand entgegen zu setzen. Aus diesem Grunde sind hinter den ersten Quer-Reihen von Hängesäulen, von den Anfängen an gerechnet, Windstreben angebracht, welche der Fahrbahn nicht gestatten, ihre Lage gegen die Rippen zu ändern, und es scheint, als wenn dadurch die Festigkeit und Stabilität des Bogens so weit gebracht wäre, als man nur wünschen kann. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dafs alle erwähnte Verbandstücke durch Schraubenbolzen zusammengezogen werden müssen, ohne welche der Zweck nicht erreicht werden würde."

„Es bleibt nur noch etwas darüber zu sagen, wie der Schub von hölzernen Bogen der beschriebenen Art, und das Setzen welches vorkommen kann, anzusehen sind. Wäre das Holz unprefsbar, und könnte die Arbeit mit solcher Genauigkeit ausgeführt werden, dafs zwischen den mit einander verbundenen Hölzern nirgend ein leerer Raum bliebe, sondern sie sich vielmehr in allen Puncten berührten, so würde gar kein Setzen Statt finden; und wenn die Hölzer stark genug wären um den darauf wirkenden Pressungen zu widerstehen, so würde auch keine Biegung möglich sein. Da indessen weder die Materialien die gedachte Eigenschaft haben, noch die Arbeit so genau gemacht werden kann, so fängt jeder Bogen, sofort nachdem er ausgerüstet und sich selbst überlassen ist, an, sich

zu setzen. Könnte dies ohne Hindernifs geschehen, und die Sehne des Bogens sich so weit verlängern, bis alle Verbindungen vollkommen angezogen wären, so würde das Setzen von selbst aufhören, und dann gar kein wagerechter Schub vom Bogen erzeugt werden. Da derselbe aber stets zwischen Hindernissen liegt, welche eine solche Verlängerung seiner Sehne nicht gestatten, so mufs auf jene Hindernisse nothwendig ein gewisser Schub Statt finden."

„Die einfachste Art, die Gröfse dieses Schubes zu finden, ist die, das hölzerne Gewölbe wie ein steinernes anzusehen und die Gröfse des wagerechten Schubes zu suchen, den es von demselben Gewichte erleiden würde, und in welchem die Höhe von der Sehne bis zum Scheitel und die Länge der Sehne dasselbe Verhältnifs zu einander hätten wie im hölzernen. So erhält man zwar nicht den wahren Werth des wagerechten Schubes, aber doch eine Grenze, unter welcher derselbe bleibt, und wonach man die Stärke der Mittel- und Stirnpfeiler bestimmen kann *)."

108. Die Wiebekingschen Holzbogen-Brücken unterscheiden sich von den auf die vorbeschriebene Weise angeordneten wesentlich nur darin, dafs bei ihnen die Curven aus möglichst langen Stücken, also aus beinahe unverkürzten Stämmen gebildet werden, welches geschieht, indem man die Hölzer anfänglich durch Belastung an einem Ende, während das andere eingeklemmt ist, hernach aber durch Fufswinden, in durch Ketten gebildete Ringe gesetzt, und durch Zwingen und Keile nach der er-

---

*) Die hier beschriebene Brücke ist denjenigen sehr ähnlich, welche vor mehreren Jahren zu Weissenfels und Halle über die Saale, und zu Freiburg über die Unstrut erbauet wurden, und die bis jetzt völlig fest und dauerhaft gewesen sind. Diese Brücken überspannen Öffnungen von 100 Fufs weit und darüber. Daher kann man die beschriebene Construction, wenn man hinlänglich starke, steinerne Stirn- und Mittelpfeiler macht, mit Zuversicht auf Spannungen von 100 bis 120 Fufs anwenden. Nach der Überzeugung des Herausgebers sind aber die Fälle, wo solche weite Spannungen und künstliche Werke wirklich unvermeidlich nothwendig wären, höchst selten, und wo das Künstliche nicht unvermeidlich ist, geht ihm das Einfachere zuverlässig vor. Nicht derjenige Baumeister verdient das meiste Lob, der das künstlichste Werk zu Stande bringt, sondern der, welcher den Zweck mit den einfachsten und natürlichsten Mitteln erreicht; denn ein solches Werk zeugt nicht allein von noch gröfserem Scharfsinn, sondern auch zugleich davon, dafs ihm der Zweck mehr galt als der Ruhm, der ihm dann aber um so mehr gebührt; und auf längere Zeit ist gewifs auch immer das einfachste Werk das dauerhafteste.

Anm. d. Herausg.

forderlichen Krümmung biegt und dann durch Schraubenbolzen u. s. w. darin erhält, während bei den oben beschriebenen das Holz nicht gebogen, sondern wie die Felgen des Kranzes eines Mühlenrades ausgearbeitet wird. Darin ist die Wiebekingsche Anordnung der vorbeschriebenen vorzuziehen, dafs sie weniger Stöfse zwischen den Curven hat und fast gar nichts über den Spalt geschnitten wird; aber auf der anderen Seite ist die Arbeit beschwerlicher und viel weniger genau auszuführen möglich, der Mehrkosten wegen der stärkern Rüstung nicht zu gedenken. Eine nähere Beschreibung des Wiebekingschen Verfahrens kann hier nicht Platz finden, und mufs dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben. Nur mag bemerkt werden, dafs die Unglücksfälle welche die Wiebekingschen Brücken betroffen haben, gewifs weniger und fast gar nicht in der Mangelhaftigkeit der Bau-Art der einzelnen Rippen, sondern nur darin ihren Grund haben möchten, dafs Wiebeking ihrer zu wenig angenommen, und Stirnpfeiler und Mitteljoche zu leicht gebaut hat, wahrscheinlich um so wenig Kosten als möglich zu machen, und dadurch seiner gewifs nicht zu verwerfenden Idee leichter Eingang zu verschaffen.

109. Bohlenbogen unterscheiden sich darin von den Holzbogen, dafs die einzelnen Curvenreihen nicht über einander, sondern neben einander angebracht werden, also wie die Sparren von Bohlen-Dächern. Da aber je die folgende Reihe nur als eine Reihe von Laschen angesehen werden kann, welche die vorhergehenden mit einander verbindet, so stehen die Bohlenbogen den Holzbogen, wenigstens bei Brücken, bei weitem nach, und sie lassen sich höchstens zu leichten Brücken, in Gärten und dergleichen, benutzen.

110. Es ist §. 105. gesagt, dafs für Sprengewerke Stirnpfeiler nothwendig sind. Die Art des Baues und der Gründung derselben ist derjenigen der Stirnpfeiler steinerner Brücken gleich, und wird daher erst in dem Abschnitte von diesen vorkommen; eben so die Mittel, durch welche man Jochpfähle gegen Ausspühlung sichert. Die Erinnerung an die Theorie mufs ebenfalls hier übergangen und dem mündlichen Vortrage vorbehalten werden.

(Die Fortsetzung im nächsten Hefte.)

3.
Über die gebohrten oder Artesischen Brunnen.

(Von Herrn *Boquillon.*)

(Aus dem *Industriel, Vol. VII. Octobre* 1829 *No. 6.**))

Seit einiger Zeit haben die Erfolge der Artesischen Brunnen, besonders derjenigen im Hafen von Saint-Onen, die Aufmerksamkeit des Publicums mit Recht auf sich gezogen. Die Wichtigkeit dieser Arbeiten hat in Frankreich ein allgemeines Interesse erregt, und überall haben zahlreiche Versuche, sich springende Quellen zu verschaffen, bewiesen, daſs der Kunstfleiſs im Fabrikwesen und Ackerbau auf die Untersuchungen mit der Sonde, welche nur zu lange auf die Bergwerke beschränkt waren, die gegründetesten Hoffnungen baut. In mehreren Departements haben die Behörden die Anschaffung von Sonden votirt, und die Bemühungen der Eigenthümer, welche die ersten Sondirungen unternahmen, haben fast überall die besten Erfolge gehabt.

Das allgemeine Streben nach jener neuen Quelle des Reichthums im Gebiete des Kunstfleiſses hat uns bewogen, unsern Lesern einige Betrachtungen über die gebohrten oder Artesischen Brunnen mitzutheilen, zum Nutzen derjenigen, welche, im Vertrauen auf einige nicht wohl unterrichtete Journale, sich von diesen Arbeiten und ihren Resulaten irrige Vorstellungen machen möchten, die sie zu kostspieligen und vielleicht unnützen Aufopferungen verleiten könnten.

*) Auch in Deutschland ist seit einiger Zeit das Publicum auf die Artesischen Brunnen durch öffentliche Blätter aufmerksam gemacht worden. Das gegenwärtige Journal glaubt daher seinen Lesern einen Dienst zu erweisen, wenn es ihnen den obigen Aufsatz, der die allgemeinen Gesichtspuncte bei diesem Gegenstande deutlich abhandelt und interessante Notizen darüber enthält, auch mehrere Schriften anzeigt, welche weitere Auskunft geben, in der Übersetzung mittheilt. Das Bohren nach Wasser ist zwar in Deutschland nichts weniger als unbekannt und schon früher geschehen, jedoch dürfte durch ausgedehntere Anwendung desselben allerdings bei weitem noch mehr Nutzen zu erzielen sein. Im nächsten Heft soll eine ausführliche, durch Zeichnungen erläuterte Beschreibung der Verfertigung Artesischer Brunnen folgen.

Anm. d. Herausg.

Zuerst wollen wir bemerken, dafs nicht jede Gegend zu Artesischen Brunnen geeignet ist, dafs aber dagegen die Vorstellungen, welche man sich von ihnen macht, viel zu beschränkt sind, wenn man nur diejenigen Brunnen für Artesische hält, in welchen das Wasser bis über die Oberfläche des Bodens steigt, und welche also wirkliche Springbrunnen sind. Wir wollen, um deutlicher zu sein, mit wenigen Worten die Theorie der natürlichen und der künstlichen Springbrunnen aufstellen.

Wir nehmen dieselbe aus einer trefflichen kleinen Schrift, welche Herr Héricart de Thury unter dem Titel: „Geologische und physicalische Betrachtungen über die Lage der unterirdischen Gewässer, in Beziehung auf das Springen der Artesischen Brunnen," auf Anlafs der Königlichen- und Central-Gesellschaft für Ackerbau herausgegeben hat.

1. Das Wasser steigt überall durch Verdampfung in die Höhe.

2. Ein Theil des Nebels, des Thaues, der Gewitter und des Regens fällt auf die Gebirge nieder, welche die Wolken anzuziehen und sie um sich herum zu lagern scheinen.

3. Nachdem sich die Wolken um die Berge in Gruppen gelagert haben, versiegen die Wasser zwischen den verschiedenen Gebirgs-Schichten und gehen den Abhängen nach, bis sie auf undurchdringliche Lagen kommen, von welchen sie zurück gehalten werden und über welche sie unterirdisch abfliefsen, so dafs sie überall, wo die Lagen irgend eine Öffnung haben, oder an den Abhängen der Berge und Hügel, durch Abbruch zu Tage ausgehen, sich ergiefsen und hervorsprudeln.

4. Doch giebt es auch Quellen in Ebenen und selbst auf kleinen Hügeln, welche höher liegen, als alle sie unmittelbar umgebenden Orte *).

5. In den ursprünglichen Terrains oder den Urgebirgen sind die unterirdischen Einseigerungen selten; doch findet man in denselben häufig Quellen, die aber meistens wenig ergiebig sind. Das Bohren hat gezeigt, dafs die Wasser sich durch dieselben hindurchdrängen, eben wie in den secundären und Übergangs-Gebirgen, theils zwischen den verschiedenen übereinander gelagerten Gebirgs-Arten, aus welchen sie zusammengesetzt sind, theils durch die Gänge und Spalten, welche diese Gebirge nach allen Richtungen, selbst bis auf beträchtliche Tiefen, durchkreuzen.

---

*) Da uns die Grenzen dieser Bemerkungen nicht erlauben, allen Details, in welche Herr Héricart de Thury eingeht, zu folgen, so haben wir alles weggelassen, was nur Bemerkungen über Localitäten enthält. Anm. d. Verf.

6. Meistens fliefst das Regenwasser und der geschmolzene Schnee nur an der Oberfläche der Urgebirge ab, weil im Allgemeinen ihre Masse für die Durchdringung zu dicht und fest ist.

7. Die Wasser welche man in den Urgebirgen findet, sind verschiedener Art, nach den Lagerungen des Gebirges.

8. Diejenigen, welche auf der Oberfläche fliefsen, sind in der Regel gut, weich und gesund.

9. Diejenigen, welche sich zwischen die Lagen durchdrängen, scheinen von den Bestandtheilen, denen sie begegnen oder durch welche sie fliefsen, etwas anzunehmen.

10. In den in Urgebirgen eingetriebenen Stollen und Schachten findet man zuweilen Quellen reinen und vortrefflichen Wassers.

11. In der Regel sind die Wasser, welche aus Granit hervorquellen, gasartig, schwefelig und salzig.

12. Befinden sich die Quellen in festem oder nicht blättrigem Granit, so müssen sie ihren Ursprung in diesem Felsen selbst, oder unter demselben haben.

13. Diese Wasser sind fast alle warm, öfters in hohem Grade.

14. Da wo secundäre Gebirge oder Niederschläge sich neben einander oder auf das Urgebirge lagern, findet man häufig Einseigerungen, welche, da sie die zu festen Massen der Urgebirge nicht durchdringen können, den Oberflächen unter den secundären Gebirgen folgen.

15. Diese Einseigerungen beginnen also auf den höchsten Puncten der Bergketten, und erstrecken sich unter der Erde, in unbestimmbare Entfernungen und Tiefen.

16. Die Wasser dieser Lagen sind im Allgemeinen weich und gut, wenn sie sich nahe unter der Oberfläche der Erde befinden.

17. Kommen die Wasser aus bedeutenden Tiefen, so sind sie meistens gashaltig, schwefelig und salzig.

18. Die secundären Gebirge lassen vermöge ihres Schichtungs-Systems das Wasser tiefer eindringen, als die Urgebirge.

19. Die Wasser folgen in den secundären Gebirgen den mehr oder minder geneigten Abhängen der Lagen und Schichten ihrer verschiedenen Formationen.

20. Die Wasser dieser Gebirge sind von der verschiedensten Art; in der That findet man hier die meisten mineralischen und warmen Quellen, Salz- und Gas-Wasser u. s. w.

21. Obgleich die Wasser aus secundären Gebirgen zu Tage kommen, so gehören sie ihnen doch nicht immer an; viele von ihnen haben wahrscheinlich ihren Ursprung in darunter befindlichen Urgebirgen.

22. Man findet in diesen Gebirgen auch weiche, gute und reichhaltige Wasser-Quellen, welche öfters mit Ungestüm aus der Erde hervorsprudeln, selbst ganz in der Nähe gashaltiger, mineralischer und der wärmsten Wasser, sogar zuweilen aus denselben Öffnungen, obgleich sie ohne Zweifel aus sehr verschiedenen Lagerungen entspringen. Diese Erscheinung ist in Ländern mit Salz-Quellen nicht selten, und es ist zuweilen sehr schwer, die süfsen Quellen von den salzigen zu sondern.

23. — 26. Die obersten Niederschläge, die Rogen- Kalk- und Kreide-Formationen, die Thon- und Sand-Lagen, der grobkörnige Kalk, der Mergel, der Süfswasser- und Muschel-Kalk etc. sind dem Einziehen der Wasser, welche aus höher liegenden Gegenden kommen, günstig. Diese Gebirgs-Arten enthalten in ihrer Aufeinanderlagerung Überflufs an Wasser, und die Wasser haben eine feste Analogie in ihren Eigenschaften und in ihrer Zusammensetzung.

27. — 29. Gewöhnlich haben die Wasser aller dieser Gebirgs-Arten die mittlere Temperatur der Orte, wo sie hervorsprudeln, und sind sogenannte kalte Wasser, im Gegensatz der warmen Quellen.

30. Die aufgeschwemmten Terrains und Anlandungen liefern, wie die vorhergehenden, süfses Wasser in Menge.

31. Am häufigsten rührt dasselbe von eingezogenem Regenwasser und geschmolzenem Schnee her, welche die Mergel- Thon- und Sandlagen durchdringen und wo wir sie mit unsern Brunnen suchen.

32. In den aufgeschwemmten Erd- und Sand-Schichten finden sich zuweilen natürlich-springende Wasser, welche ohne Zweifel von höher liegenden Gegenden und wahrscheinlich von secundären oder Urgebirgen herkommen.

Hat man auf diese Bemerkungen wohl Acht gegeben, so ist es nicht schwer, sich von der Entstehung der natürlichen und der künstlichen oder Artesischen Brunnen einen Begriff zu machen.

Nachdem sich nemlich die um die Gebirge herumgelagerten Wolken zu Wasser verdichtet haben, dringt letzteres in dieselben ein, ergiefst sich unterirdisch in Wasser-Adern und Strahlen durch die natürlichen Spalten, und bildet, wenn es nicht irgendwo einen Ausgang in seinem Laufe findet,

mehr oder minder reichhaltige Wasserschichten zwischen durchdringlichen oder undurchdringlichen Sand- Erd- oder Stein-Lagen. Finden diese Wasservorräthe passende Ausgänge, so strömen sie nach aufsen und bilden natürliche Springbrunnen, welche von den Bergen, aus welchen sie herkommen, öfters sehr entfernt sein können. Sammeln sie sich aber in Wasserbecken von gröfserer oder geringerer Tiefe, so bleiben sie darin stehen, nnd erzeugen in den Höhlungen, welche sie ausfüllen, nach allen Richtungen einen Druck, der mit der Höhe ihrer höchsten Erhebung an dem Ort ihres Ursprungs im Verhältnifs ist. Auch unterirdische Ströme können sie hervorbringen.

Wenn man also Gebirgslager, welche ein Wasserbecken dieser Art enthalten, anbohrt, so wird das Wasser in der Öffnung, welche die Sonde macht, in die Höhe steigen, und zwar bis zu seinem höchsten Niveau. Und da nun dieses Niveau sich fast immer in dem Berge befindet, in welchem das Wasserbecken seinen Ursprung hat, so kann es kommen, und es geschieht in der That öfters, dafs die Flüssigkeit, um sich nach den Gesetzen der Hydrostatik in's Gleichgewicht zu setzen, weit über die Oberfläche des Bodens steigt, worin man gebohrt hat. Man sieht also, dafs ein gebohrter oder Artesischer Brunnen nichts Anderes ist als ein umgekehrter Heber, dessen längerer Arm sich in irgend einem Berge befindet, der kürzere aber der ist, den die Kunst hervorgebracht hat, und der wohl 100 Stunden weit von dem ersten entfernt sein kann; oder auch eine halb natürliche, halb künstliche Fontaine, deren Reservoir von dem Orte des Sprunges mehr oder weniger entfernt ist. Man wird sich noch diesen Erfolg leicht durch folgenden Versuch deutlich machen können. Man nehme eine in Form eines U gekrümmte gläserne Röhre, und halte ihre beiden Arme ganz lothrecht, mit den Öffnungen nach oben. Giefst man nun Wasser oder eine andere Flüssigkeit hinein, so wird das Wasser in beiden Schenkeln gleich hoch steigen, wenn auch die Durchmesser sehr verschieden sind. Stellt man sich nun die Röhre ganz voll vor, und bricht darauf den einen Schenkel, etwa bis zur Mitte ab, so wird ein Wasserstrahl aus diesem Schenkel bis zum Niveau des Wassers in dem andern Schenkel emporsteigen, und zwar fortwährend, wenn das Niveau des andern Schenkels durch Zuflufs aus einem Behälter beständig auf gleicher Höhe erhalten wird. Auch wenn der horizontale oder der niedrigste Theil der gekrümmten Röhre mehrere Meilen lang ist, wird noch das Nemliche

erfolgen; das Wasser wird immer vermöge des Drucks der in dem gröfsern Schenkel befindlichen Flüssigkeit aus dem kleinen Schenkel emporspringen.

Dieser Versuch scheint hinreichend zu erklären, warum das Wasser unter gewissen Umständen aus gebohrten Brunnen, wie aus einem Springbrunnen, hervorspringen, unter andern Umständen aber, in einem Becken befindlich, auf welches die Sonde stöfst, sich nicht bis zum Niveau des Bodens erheben kann. In dem ersten Falle nemlich ist das Niveau der Flüssigkeit in dem grofsen Schenkel des Hebers, oder, wenn man will, in dem Berge, worin das Wasserbecken seinen Ursprung hat, höher als die Mündung des kleinen Schenkels, oder als die Oberfläche des Bodens in welchen man gebohrt hat. Im anderen Falle ist es niedriger als die Oberfläche des Bodens, und das Wasser erhebt sich in dem Bohrloche nur bis zu der Höhe des ersten Niveaus.

Man siehet hieraus, dafs nicht alle Gegenden künstliche Springbrunnen haben können; aber man würde sich irren, wenn man das Bohren an Stellen, welche höher liegen als ihre Umgebung, für unnütz hielte. Denn da sich, wie oben bemerkt, der Ursprung eines Wasserbeckens auch sehr entfernt von dem Orte befinden kann, wo man bohrt, so ist es nicht unmöglich, dafs das höchste Niveau dieses Wasserbeckens so hoch liegt, dafs ein springender Strahl entstehen kann. Selbst wenn das Bohren mifslingt, würde es doch vielleicht nicht ganz ohne Nutzen sein; erstlich würde es zur Kenntnifs der mineralogischen Beschaffenheit der übereinander liegenden, unter der Oberfläche des Bodens befindlichen Schichten dienen, und dem Eigenthümer vielleicht Quellen des Ertrages zeigen, indem es ihm das Dasein einer Steinkohlen-Grube oder eines anderen bedeutenden Bergwerkes entdeckte. Dann aber kann das Bohrloch, wenn es etwa einem Wasserbecken begegnete, welches nicht bis über die Erd-Oberfläche zu steigen vermag, wenigstens noch dazu dienen, einen gewöhnlichen Brunnen zu speisen, welcher dann unversiegbar sein und bei der geringen Tiefe, die man ihm noch geben müfste, nur noch einen unbedeutenden Kosten-Aufwand erfordern kann. Weiter hin wird man an einigen Beispielen sehen, dafs dieser letzte Vortheil aufser Zweifel ist.

Ehe wir zu diesen Beispielen übergehen, wollen wir aber erst Einiges über die wesentlichsten Bedingungen für die Anlage der gebohrten Brunnen sagen. Auch hier werden wir Herrn Héricart de Thury folgen.

Um sich eine springende, oder vielmehr aus dem Grunde zurückströmende Quelle zu verschaffen, muſs man:

1) in einer gröſseren oder geringeren Tiefe, nach Beschaffenheit des Terrains, auf ein Wasser zu kommen suchen, welches im Innern der Erde aus höher gelegenen Behältern zwischen festen und undurchdringlichen Schichten abflieſst;

2) muſs man es durch einen vermittelst der Sonde gebohrten Brunnen diesem Wasser möglich machen, bis zu derjenigen Höhe aufzusteigen, die mit dem Niveau, von welchem es herkommt, im Verhältniſs steht;

3) muſs man durch Röhren, welche bis in den Grund des gebohrten Brunnens hineinreichen, verhindern, daſs das Wasser in den Sand oder in die Spalten und Klüfte des Erdreichs, welche der Brunnen durchdringt, sich wieder verliere.

Man kann sich daher vermittelst der Sonde springende Quellen fast in jeder Gegend verschaffen, wo der Boden zwischen seinen wechselnden und fortlaufenden durchdringlichen oder undurchdringlichen Schichten unterirdische Wasser-Adern enthält, die sich bis zu der Gegend oder dem Gebirge erstrecken, in welchem sich die Behälter dieser Adern befinden, und deren Grundflächen oder Abhänge von den Lagerungen überdeckt sind.

Es wäre indessen möglich, daſs ein gebohrter Brunnen, obgleich nur in geringer Entfernung von einem wasserhaltenden Brunnen, dennoch kein Wasser gäbe, wenn dieser letztere von einem unterirdischen Strome gespeist würde, statt von einer Wasserschicht, oder wenn man an der Grenze eines Bassins mit aufgehenden Schichten, die sich gegen ein Terrain von anderer Art lehnen, gebohrt hätte.

In einer anderen kleinen Schrift, welche Hr. Héricart de Thury bei Gelegenheit der im Hafen von St. Ouen gebohrten Brunnen herausgegeben hat, werden einige Betrachtungen über die Localität angestellt, welche wir denjenigen unserer Leser, die Paris oder dessen Umgebung bewohnen, mittheilen zu müssen glauben.

Die Herren Flachat haben nachgewiesen, daſs sich in einer Höhe von $66\frac{1}{2}$ Metern sechs verschiedene Wasserschichten befinden, von welchen eine stehend ist, die fünf anderen steigend sind. Diese Wasserschichten befinden sich besonders in Sandlagen, welche Thonschichten bedecken, oder in solchen, welche über Kreideschichten liegen. Zuweilen finden sich die Becken in verschiedenen Höhen, in Massen von derselben Formation,

z. B. in Muschel-Kalk, in Thon, in Kreide, in dem Thon unterhalb der Kreide etc., sobald diese Massen sich ganz im Zustande des Niederschlages befinden und sehr mächtig sind. Sie finden sich am gewöhnlichsten in den Lagern von verschiedener Formation, aber immer zwischen undurchdringlichen Schichten. Die Tiefe, in welcher sich die Wasserschichten befinden, ist nach dem Abhange, der Wellenförmigkeit oder Abschüssigkeit der Oberfläche, und des übereinander gelagerten durchdringlichen Erdreichs, worin sie zwischen undurchdringlichem Gestein abfliefsen, verschieden.

Soll das Wasser aus diesen Wasserbecken in die Höhe steigen, so müssen sie aus Behältern herkommen, die höher liegen als der Ort wo man bohrt, und die Formationen, zwischen welchen sie abfliefsen, müssen sich in unversehertem Zustande befinden, oder doch in demjenigen, in welchem sie sich gelagert haben; auch müssen sie nicht von grofsen Thälern, Spalten und tiefen Schluchten, worin das Wasser leicht abfliefsen könnte, durchschnitten sein.

Hieraus folgt, dafs man vergebens nach springenden Quellen suchen würde, wenn das Terrain, in geringer Entfernung von dem Orte wo man zu bohren gedenkt, von breiten und tiefen Thälern durchschnitten wäre, oder wenn die Formationen, aus welchen dasselbe zusammengesetzt ist, aufgehend wären und sich auf der Oberfläche in mehr oder weniger steilen Abhängen zeigten, wie zu Meudon, Vanvres, Sévres, Bougival etc. Hier würde man ohne Erfolg bohren, wenn man nicht etwa durch die ganze Kreidemasse bis zu den darunter liegenden Wasserflächen dränge, wie in den nördlichen Departements geschieht.

Endlich kann es auch kommen, dafs ein gebohrter Brunnen einen unterirdischen Wasserlauf durchschneidet, welcher anfänglich keine Neigung zum Steigen zeigt, weil das Wasser entweder einem natürlichen Abhange oder zu steilen Schichten folgt, oder weil eine bewegende Kraft, z. B. das mehr oder weniger beschleunigte Saugen einer starken Pumpe nöthig ist, um die Hindernisse der Verstopfung durch Sand und dergleichen zu überwinden und das Wasser zum Steigen zu bewegen, welches zuweilen sogleich erfolgt, wie die Pumpe in Bewegung gesetzt wird, und dann auch ununterbrochen fortfährt, wenn einmal der Brunnen gebohrt und sein Zusammenhang mit dem Wasserbehälter gereinigt ist.

Hier wäre der Ort, in die practischen Details des Bohrens einzugehen. Wegen der Beschränkung des Raumes würden wir aber unsern

Lesern doch nur unvollständige Vorstellungen von einem Verfahren geben können, welches sich beständig nach der Beschaffenheit des zu durchbohrenden Terrains ändert. Wir werden uns daher darauf beschränken müssen, am Schlusse dieses Aufsatzes die Schriften zu nennen, welche man über diesen Gegenstand nachschlagen kann.

Die Wichtigkeit der gebohrten Brunnen wird sich am besten ergeben, wenn wir einige der hauptsächlichsten Resultate erzählen, die man durch Bohren in gröfsere oder geringere Tiefen erhalten hat. Wir entlehnen auch diese Nachrichten von Herrn Héricart de Thury.

Die älteste Nachricht von gebohrten Brunnen reicht bis in die Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Der Abbé Leboeuf erzählt in seiner *„Histoire de la banlieue ecclésiastique de Paris,"* der Präsident Crozat de Tugny habe einen gebohrten Brunnen auf seinem Landhause zu Clichy machen lassen. Er sagt, man habe im Boden einer Senkgrube ein Loch von 3 Zoll im Durchmesser gebohrt, und als man damit 96 Fufs tief gekommen, sei ein Wasserstrahl 4 Fufs höher als die Oberfläche der Seine hervorgesprungen, welcher täglich 216 Muids (58 Cubic-Meter) Wasser geliefert habe.

Als im Jahre 1775 der 15 Meter tiefe Brunnen der *Ecole militaire* nicht hinreichendes Wasser gab, bohrte man 20 Meter tiefer und stiefs auf ein so reichliches Wasser, dafs die Arbeiter kaum Zeit behielten, wieder heraufzusteigen. Seitdem hat sich das Wasser beständig 8 bis 10 Meter unter der Erd-Oberfläche erhalten.

Im Jahre 1780 wurde ein gebohrter Brunnen im Garten des Vauxhall, in der Strafse Bondy gemacht. Als man 40 Meter tief gekommen war, sprang das Wasser den Arbeitern bis über den Kopf, senkte sich aber hernach wieder allmälig. Seitdem ist es immer auf derselben Höhe und der Erde gleich geblieben.

Im Jahre 1802 bohrte man in dem Brunnen eines Hauses in der Strafse Rohan, dessen Wasser verdorben war. Nach einem Monat Arbeit stiefs man auf Wasser, welches in den Röhren beinahe 1 Meter über den Wasserspiegel des Brunnens stieg. Diese Quelle lieferte vortreffliches Wasser und die Kosten der Arbeit betrugen noch nicht 600 Franken.

Im Jahre 1812 liefs Herr Bellart, Obsthändler, Rue des Fossee St. Germain l'Auxerrois, in seinem Brunnen bohren, weil das Wasser desselben durch die Nachbarschaft eines Abtritt-Canals verunreinigt

war. Als man 18 Meter tief (10 Meter unter den Spiegel der Brunnen des Stadt-Viertels) gekommen war, stiefs man auf ein reichliches, süfses und gutes Wasser, welches noch $5\frac{1}{2}$ Meter über das Wasser der Brunnen stieg.

Im Jahre 1813 wurde in gleicher Absicht in dem Brunnen eines Hauses in der Strafse St. André-des-Arts gebohrt. Man bohrte bis 10 Meter unter den Wasserspiegel des Brunnens, welcher 5 Meter unter der Erde lag. Das Wasser stieg 11 Meter hinauf, und also 1 Meter über den vorigen Wasserspiegel. Seitdem ist das Wasser immer gut geblieben.

Gleichen Erfolg hatte das Bohren eines Brunnens im Hause des Herzogs von Bassano, auf etwa 10 Meter tief.

Vor etwa 25 Jahren hatte Herr Richard Lenoir in seiner Fabrik, Rue de Charonne, bohren lassen, was einen so reichlichen Wasserstrahl gab, dafs man ihn wieder verstopfen mufste.

Im Jahre 1816 liefs Herr Mast, Besitzer der Brauerei des Hauses Blanche, Barrière d'Italie, in dem Grunde seines 20 Meter tiefen Brunnens bohren, weil er fand, dafs der Brunnen für die Fabrication nicht hinreichte. Die Sonde traf zwischen den Letten- und Sandschichten mehrere Mal auf Wasser, welches in dem Brunnen in die Höhe sprang, aber immer für unzureichend gehalten wurde. Man bohrte daher weiter, und 19 Meter tief, wo endlich das Wasser mit solchem Ungestüm in die Höhe stieg, dafs die Arbeiter nur mit Mühe schnell genug herauf gebracht werden konnten.

Da die Soeurs de la Charité, auf der Insel St. Louis, das Wasser des Brunnens ihres Hauses wegen der Verunreinigung durch einen benachbarten Cloak nicht gebrauchen konnten, so liefsen sie im Jahre 1822 den Brunnen bis 8 Meter unter den Spiegel der Seine tief bohren, und fanden in dieser Tiefe eine Quelle, welche im Brunnen bis 9 Meter unter der Erde in die Höhe stieg.

In den Jahren 1822 und 1823 wurde im Boden des Brunnens bei dem Schlachthause von Grenelle, der nicht Wasser genug lieferte, gebohrt. Man ging damit 42 Meter tief, wo nun das Wasser bis 23 Meter über die Wasserquelle des Brunnens stieg.

Als in den Brunnen des Landhauses des Collège de St. Barbe zu Gentilly im Jahre 1816 das Wasser fehlte, liefs man 10 Meter tief bohren, was eine reiche Quelle süfsen Wassers lieferte.

Im Jahre 1818 liefs Herr Carruger, Besitzer einer Bleiche zu St. Dénis, einen 24 Meter tiefen Brunnen bohren, woraus das Wasser

reichlich hervorsprang und über den Spiegel der alten Brunnen stieg. Man hat oft bis zu 100 Muids Wasser in der Stunde aus diesem Brunnen geschöpft, ohne dafs sich sein Spiegel merklich senkte.

Im Jahre 1818 liefs Herr Durup de Baleine, Besitzer einer Bleiche bei der Eisgrube von Gentilly, einen Brunnen, 9 Meter tief graben, und dann noch 10 Meter tief bohren, worauf das Wasser bis zur Erdoberfläche hervorsprang. Es erhielt sich beständig bis auf etwa 60 Centimeter unterhalb des Brunnen-Kranzes. Die Arbeiter, welche im Brunnen arbeiteten hätten beinahe das Leben verloren, durch die Heftigkeit womit das Wasser unter der letzten Lettenschicht hervor sprang.

Im Jahre 1822 liefs Herr Peligot in dem Bade d'Enghien-les-Brins einen Brunnen bohren. 16 Meter tief traf die Sonde auf gutes Wasser, welches bis 4 Meter unter der Erde in die Höhe stieg. Dieser Erfolg war für die Gegend, welche nur schwefeliges und mit schwefelsaurem Kalk gemischtes Wasser hat, sehr wichtig.

Im Jahre 1827 liefs der Herr Abbé Berlèze zu Aunay, in der Nähe von Sceaux, in einem 6 Meter tiefen Brunnen, der öfters trocken war, bohren. Als man 11 Meter tief gekommen war, stiefs man über Letten- und Thonschichten auf Wasser, welches 12 Meter hoch, also 1 Meter über den Wasserbehälter stieg, der den jetzt unerschöpflichen Brunnen speiset.

Im Jahre 1827 liefs Madame de Grollier in ihrem Park zu Epinay bei Saint-Dénis auf einem der höchsten Stellen des Bodens, $16\frac{1}{2}$ Meter über dem mittleren Wasserspiegel der Seine, einen Brunnen bohren. In der Tiefe von $34\frac{1}{3}$ Meter stiefs die Sonde auf eine Quelle, welche bis $4\frac{1}{2}$ Meter unter die Erde hinauf sprang. Man bohrte zum zweitenmal, 1 Meter vom ersten Ort entfernt, bis zur nemlichen Tiefe. Der Erfolg war derselbe. Man fuhr mit dem Bohren des zweiten Brunnens fort, und als man $67\frac{1}{3}$ Meter tief gekommen war, sprudelte ein starker Strahl klaren Wassers bis 33 Centimeter unter die Erde hervor. Beide Quellen geben gleich viel Wasser, jede 35 bis 40 Cubic-Meter, oder 125 bis 130 Muids von 300 Litres in 24 Stunden.

Dieser schon ziemlich langen Liste könnten wir noch die von gebohrten Brunnen in den Departements der Seine und Oise, der Seine und Marne, der Oise, der Somme, der Eure, des Pas de Calais, des Nord, der Ardennen, der Mosel und der Aisne beifügen. Die obigen Beispiele, welchen wir noch einige Details über die in den Häfen von Saint-Ouen

gebohrten Brunnen folgen lassen wollen, werden aber schon hinreichen, dem Leser die Wichtigkeit der Artesischen Brunnen bemerklich zu machen. Wir können indessen nicht umhin, noch des merkwürdigen Erfolgs zu gedenken, welchen man im Dorfe Gonnehem, nahe bei Béthune, erhalten hat, wo ein Eigenthümer auf einer Wiese vier, 45 Meter tiefe Springbrunnen bohren liefs, deren jeder einen klaren Wasserstrahl giebt. Er hat diese Strahlen vereinigt, um ihr Wasser zum Treiben eines Mühlrades von 3 Metern im Durchmesser zu benutzen. Diese Mühle liefert 200 Kilogrammen Mehl in 24 Stunden. Das Wasser der gebohrten Brunnen springt etwa $3\frac{1}{2}$ Meter über das Wasser auf der Oberfläche.

Gebohrte Brunnen im Hafen von St. Ouen.

Der Hafen von St. Ouen dient den Schiffen der unteren Seine zum Abladungsorte. Er stehet mit dem Flusse durch eine Schleuse in Verbindung, deren Drempel mit dem Bett der Seine gleich hoch liegt, und ein Gefälle von 92 Centimeter gegen den Strom, und von 2 Meter und 77 Centimeter von dem Boden des Canals bis zum Drempel hat. Der Hafen wird durch einen 600 Meter langen und 50 Meter breiten Canal, und an einem Ende, nach Paris zu, durch ein 200 Meter breites Bassin gebildet, dessen Oberfläche 25000 Quadrat-Meter hat. Die Oberfläche dieser Gewässer müssen 50 Centimeter unter der Krone der Quais erhalten werden, so dafs das Wasser im Canal und im Bassin ungefähr 2 Meter tief ist.

Die Herren Ardouin et Comp., welche diesen Hafen gebaut haben, bedienten sich anfänglich zur Speisung dieses weiten Raumes mit Wasser eines Schaufelwerkes von 11 Meter im Durchmesser, welches durch eine Dampfmaschine mit niedrigem Druck und 40 Pferden Kraft in Bewegung gesetzt wurde. Späterhin beschlossen sie, gebohrte Brunnen zu versuchen, weil die Untersuchung der Localität, und die Resultate, welche sich an verschiedenen Orten ergeben hatten, einen hinreichend starken Strahl hoffen liefsen.

Sie wendeten sich an die Herren Gebrüder Flachat, welche zunächst einen Bohr-Versuch anstellten, der die Vermuthung des Daseins mehrerer Wasserschichten unter dem Territorio von Saint-Ouen bestätigte. Man entschied sich also für einen gebohrten Brunnen, welcher nunmehr nur noch in der Vergröfserung der Sonden-Öffnung, um die zur Isolirung und Erhaltung des aufsteigenden Wassers nöthigen Röhren hinunterzulassen, und in der Ausräumung der verschiedenen Sandbänke oder plötzlichen Verschlämmungen bestand, welche dem Aufsteigen des

Wassers hinderlich sein konnten. In der Tiefe von 49 Meter erhielt man einen Strahl, welcher bis 50 Centimeter über die Krone des Werftes vorsprang, was sich auch seitdem nicht geändert hat; das Bohren wurde indessen bis auf 60 Meter tief fortgesetzt, um die Verschlämmungen zu hindern, die sich oft in dem Bohrloche zeigten. Dieser Brunnen wurde in 50 Tagen vollendet, und der mittlere Preis für jeden Meter Tiefe betrug 30 bis 35 Franken, die Kosten der Steigeröhren nicht mitgerechnet.

Die Wassermenge belief sich am ersten Tage auf 25 Cubik-Meter, am folgenden Tage stieg sie auf 30 Meter, und da sie dadurch noch vermehrt werden konnte, dafs man das Steigen bis auf 50 Centimeter über die Quais benutzte, so bohrte man die Seiten-Öffnungen der Röhren noch tiefer, so dafs nur ein Fall von 20 Centimeter blieb. Dadurch erhielt man eine tägliche Wassermenge von 75 Cubik-Meter.

Nachdem die nöthigen Arbeiten zur Leitung des Wassers aus dem ersten Wasserbecken nach dem Hafen vollendet waren, fuhr man mit dem Bohren fort, bis auf 64 Meter tief, in neuen Röhren von kleinerem Durchmesser, um welche herum sich das Wasser des ersten Wasserbeckens beständig ergofs, indem es in dem Raume zwischen den grofsen und kleinen Röhren in die Höhe stieg. Endlich erreichte man eine zweite Wasserschicht, aus welcher das Wasser, nachdem die wiederholten Verschlämmungen weggeräumt waren, bis 7 Meter über die Erde mit Heftigkeit emporsprang. Jetzt giebt dieser doppelte Brunnen zwei verschiedene Strahlen, einen in dem andern, welche dem Hafen 120 Cubik-Meter Wasser in 24 Stunden liefern.

Der Erfolg des ersten Brunnens war Anlafs, dafs man einen zweiten Brunnen, 50 Meter vom ersten entfernt, bohrte. Man verfuhr dabei vorsichtiger und fand fünf verschiedene, steigende Wasserschichten und ein höher liegendes Becken mit stehendem Wasser. Die erste Schicht lag $35\frac{3}{4}$ Meter tief und das Wasser aus derselben stieg 3 Meter über die Erde hinauf. Die zweite, in der Tiefe von $45\frac{1}{2}$ Meter, stieg bis zu 2 Meter 30 Cent. unter dem Boden. Die dritte, welche 50 Meter 70 Cent. tief lag, stieg bis 1 Meter 30 Cent. unter der Erde. Sie ist ungemein ergiebig und fliefst unter einer Lage, welche ein Gewölbe bildet, in dessen Höhlung die Sonde von selbst 35 Cent. tief hinabfiel. Der Strom flofs mit solcher Geschwindigkeit, dafs er den Bohrer in eine merklich schwingende Bewegung versetzte, und dafs er alles mit sich fortrifs, was bei der Fortsetzung

des Bohrens von dem Erdbohrer hätte mit fortgenommen werden sollen. Das Wasser wurde aus diesem Becken vermittelst einer Rinne in das Bassin des Hafens geleitet, über welches es sich 66 Cent. erhob. Es lieferte über ein Drittheil Wasser mehr als das nemliche Becken, welches in dem ersten Brunnen gefunden worden, und welches sich nicht weiter verändert hat.

In 58½ Meter Tiefe sonderte man die drei Wasserbecken vermittelst Röhren ab, die man in einander schob, und fuhr mit dem Bohren fort. Diese Absonderung hatte so vollkommenen Erfolg, daſs die innere Röhre völlig leer war, als man in einer Tiefe von 99½ Meter auf eine vierte Wasserschicht stieſs. Das Wasser derselben stieg bis 2 Meter unter die Erdfläche, und lieferte 50 Litres in der Minute, auf eine Höhe von 33 Cent. über der Erde. Man isolirte diese Wasserschicht wie die anderen und setzte das Bohren weiter fort, welches in der Tiefe von 66 Meter und 60 Cent. eine fünfte Schicht erreichte, aus welcher das Wasser mit Heftigkeit hervorsprudelte. Diese fünfte Wasserschicht ist die nemliche wie die zweite des ersten Brunnens, und das Wasser aus derselben steigt doppelt so hoch. Ihr Ausfluſs hat keine Veränderung in dem benachbarten Brunnen hervorgebracht. Dieses Wasserbecken flieſst jetzt zu gleicher Zeit in den beiden Brunnen, welche 700 Cubik-Meter Wasser in 24 Stunden liefern.

Diese Nachrichten scheinen hinreichend, die Leser in den Stand zu setzen, Kenntniſs von den Vortheilen der Artesischen Brunnen zu erlangen. Um unsere Andeutungen zu vervollständigen, wollen wir das Verzeichniſs derjenigen Schriften folgen lassen, welche über diesen Gegenstand nachgelesen werden können, so wie der vorzüglichsten Brunnenmeister, an welche man sich wegen Ausführung von Arbeiten, die man unternehmen zu lassen Willens ist, wenden kann.

1. *Mémoires de l'académie des Sciences de Paris, année* 1666.
2. *De fontium Mutinensium admiranda scaturiginae tractatus physico-hydrostaticus*, Bernandini Ramazzini; *Mutinae* 1691.
3. Belidor. *Sciences des Ingénieurs.*
4. *Journal des mines.*
5. *Phisosophical transactions.*
6. Nicholson's *journal.*
7. *Mémoires de la société royale et centrale d'agriculture de Paris.*
8. Délius, *Traité de l'exploitation des mines.*
9. Monnet, *Art de l'exploitation des mines.*

10. *Lettres de* Spallanzziani *à Vallisnieri sur l'origine des fontaines.*

11. Anderson, *Essai sur l'agriculture.*

12. *Instruction sur l'économie rurale, par la société d'agriculture des deux-Sèvres.*

13. Héron de Villefosse, *de la richesse minerale.*

14. *Philosophical magazine.*

15. *Dictionnaire des découvertes, inventions et perfectionnements de 1789 à 1820.*

16. Héricart de Thury, *Description de la sonde. Inspection générale des carrières de Paris.*

17. *Idem. Considérations géologiques et physiques sur le gisement des eaux souterraines, relativement à l'établissement des fontaines artésiennes, et recherches sur les puits forés, en France, à l'aide de la sonde, publiées par ordre de la société royale et centrale d'agriculture.*

18. *Idem. Notice sur le double puits foré au port St. Ouen, par M. M.* Flachat, *frères.* (Diese kleine Schrift und die vorige haben uns den gröfsern Theil des Inhalts des gegenwärtigen Aufsatzes geliefert).

19. Garnier, *Art du fontenier-sondeur,* eine wichtige und von der *Société d'encouragement* gekrönte Schrift über diesen Gegenstand.

20. *Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale.*

21. *Recueil industriel, manufacturier et commerciel de* Manleon.

22. *An Essay on the art of boring the earth for the abtainement of a spontaneous flow of water, with hints towards forming a new theory for the rise of water. New Brunswick,* 1826.

23. *Rapport de M.* Baillet, *inspecteur divisionnaire des mines, sur les sondages et les puits forés, par M. M.* Boursier, *père et fils.*

24. *Bulletin de la société d'agriculture* du Cher.

25. *Travaux de la société des sciences et agriculture de Lille.* 1826.

26. *Rapport de M.* Coget, *de la société des siences et arts de l'Eure, sur les puits artésiens.*

27. *Rapport de M.* Hérault *à la société royale de* Caen, *sur l'art du fonténier-sondeur de M.* Garnier.

28. *Programme de la Compagnie des sondages, pour les mines, les canaux et l'établissement des puits forés avec la sonde, dits puits*

artésiens, et pour la fabrication des sondes, de M. M. Flachat, *frères.* (Dieses Programm zeigt die Preise und Bedingungen der Gesellschaft für Bohr-Arbeiten und Sonden an.)

Verzeichnifs der vorzüglichsten Personen, welche das Bohren von Brunnen übernehmen, und an welche man sich weiterer Auskunft wegen wenden kann.

1. Die General-Inspection der Steinbrüche von Paris.

2. Die Herren Ingenieurs der Bergwerke und der Brücken und Wege in den Departements.

3. Die Herren Gebrüder Flachat, *mécaniciens sondeurs, rue Thiroux, No.* 8.

4. Herr Antic, *mécanicien, rue d'Enfer No.* 101., *près de la barrière.*

5. Herr Rosa-Dufour, *mécanicien, rue du Bouloy, hôtel du Rhône.*

6. Herr Vacogne, *sondeur-fontenier, rue de l'arcade, No.* 34. *faubourg St. Honoré.*

7. Herr Hétrel, *successeur de M.* Pequeux, *fontenier-sondeur, rue de la Pepinière, près la caserne.*

8. Herr Vaudet, *serrurier-mécanicien, rue du Parc-royal.*

9. Herr Perrot, *serrurier-taillandier, rue de Saintonge, No.* 19. *au marais.*

10. Herr Mullot, *fontenier-sondeur et mécanicien,* gekrönt von der *société d'agriculture* zu *Epinay* bei *St. Dénis.*

11. Herr Martine, *fontenier-sondeur, rue de l'Eperon No.* 4.

12. Die Herren Boursier, Vater und Sohn zu *Abbeville,* gekrönt von der *Société d'encouragement.*

13. Herr Hullette, *ingénieur mécanicien* zu *Arras,* welcher von der *Société d'encouragement* den grofsen Preis erhalten hat, und welchem die Stadt *Roubaix* ihre Springbrunnen verdankt, die man bis dahin für unausführbar hielt.

14. Herr Chartier, *fontainier-sondeur* zu *Phalempin, arrondissement de Lille (Nord).*

15. Herr Chartier, *fontenier-sondeur* zu *Condecourt, arrondissement de Lille (Nord).*

4.
Einige Nachrichten von den gebohrten und überlaufenden Brunnen bei dem Königlichen Gestüte zu Trakehnen in Litthauen.

Während des Drucks des vorhergehenden Aufsatzes wurden dem Herausgeber dieses Journals einige in einem Schreiben des Herrn Land-Stallmeisters v. Burgsdorff zu Trakehnen in Litthauen an den Herrn Hof-Bau-Inspector Braun zu Berlin enthaltene Nachrichten von den dortigen gebohrten und überlaufenden Brunnen durch letzteren geneigt mitgetheilt, welche, gefälliger Erlaubnifs gemäfs, hier folgen. Sie dürften um so interessanter sein, da sie den Beweis liefern, dafs auch in nicht eigentlich bergigen Gegenden, Quellen mit geringer Mühe durch Bohren sich öffnen lassen, die sogar bis über die Oberfläche der Erde steigen können.

Auszug des Schreibens des Herrn Land-Stallmeisters *v. Burgsdorff.*

Als ich zum ersten Mal etwas über die Artesischen Brunnen in Frankreich las, konnte ich natürlich den hiesigen überlaufenden Brunnen wohl einige Ähnlichkeit mit jenen zugestehen; denn beide setzen den Druck eines mehr oder weniger entfernten, höher liegenden Wasser-Reservoirs voraus; und wenn auch die Artesischen Brunnen nur allein gebohrt, die hiesigen dagegen theils gegraben, theils gebohrt sind, so ist doch kein Zweifel, dafs die hiesigen, mit einem gehörigen Bohr-Apparat, ebenfalls blofs hätten gebohrt werden können.

Vor 22 Jahren hier anlangend, fand ich hieselbst einige überlaufende Brunnen, mit nicht ganz unbedeutenden Wasserstrahlen. Da diese Brunnen aber blofs mit Holz ausgeschürzt, und nur zum Schöpfen eingerichtet waren, so lief das Wasser, sobald es die Oberfläche der umgebenden Erde überstiegen hatte, gleichsam in einem kleinen regellosen Bache in's Weite. Diese Unvollkommenheit, welche besonders im Winter, wo das überlaufende Quellwasser eine hohe Eismasse bildete, mehrere Nachtheile hatte, bewogen mich zu dem Versuch: ob der Quell nicht, fest eingeschlos-

sen, höher geboben und zum Übersprudeln in einen Trog geleitet werden könnte, um diesen zu füllen und dann erst den Überfluſs, in gegebener Richtung abflieſsen zu lassen. Ich lieſs also ein hölzernes Schurzwerk von 4 Fuſs hoch errichten, und zwar wurde der Brunnen unterdessen immerfort bis auf eine gewisse Tiefe ausgeschürzt, um den Wasserspiegel unter der Erd-Oberfläche zu halten, während man den aufgesetzten Kranz mit Moos dicht verstopfte und mit einer 3 Fuſs starken Lehmmasse fest umstampfte. Man stieg mit dem Kranze bis zu der benannten Höhe, und stellte dann das Schöpfen des Wassers ein, um zu sehen, ob der Quell die Höhe erreichen würde; und siehe da! es geschah. Nunmehr ward in den Rand des in dieser Höhe aufgeführten Kranzes ein Einschnitt zum Ablaufen des Wassers gemacht, eine Rinne davor gebracht, und diese in den Trog geleitet, der nun alsbald sich füllte und nachher das weiter zuflieſsende Wasser wieder ablaufen lieſs, und zwar in einer unterirdischen Rinne, welche ich nach Art der Englischen Under-drains mit Strauch ausfüllen und mit Erde überdecken lieſs.

Gleichzeitig wurde die vorgedachte Lehmmasse mit Feldsteinen, in Moos gesetzt, umgeben, wodurch das Ganze mehr Festigkeit und ein besseres Ansehen gewann, so wie denn auch zu mehrerer Sicherheit der hölzerne Kranz noch etwas erhöht wurde und einen beliebig zu öffnenden Deckel erhielt. Auf diese Weise war eine vortreffliche Tränke für die hiesigen Königl. Gestüt-Pferde gewonnen; ehedem wurden sie aus Gräben getränkt, deren Wasser sich durch atmosphärische und andere Einwirkungen fast täglich veränderte, wogegen das Quellwasser in dem Troge stets von gleicher Beschaffenheit und Temperatur verblieb, auch im Winter niemals gefror und von den Pferden viel lieber als das Fluſswasser genossen wurde.

Die Zeichnung eines solchen Brunnens (Taf. II. Fig. 1.) hat der Herr Bau-Inspector R e g g e zu entwerfen die Güte gehabt.

Da dieser Brunnen einen wesentlichen Nutzen für die hiesigen Gestüte hatte, so säumte ich nicht, nicht allein die auf einigen Vorwerken der Gestüte noch vorhandenen alten überlaufenden Brunnen auf ähnliche Weise einrichten zu lassen, sondern ich begann auch, noch mehrere neue Brunnen graben zu lassen, in der Hoffnung, ferner so hoch steigendes Quellwasser zu finden, weil die ganze, aus mehr denn 15,000 Morgen bestehende Fläche der 12 Gestüt-Vorwerke, gröſstentheils ein sanftes Becken bildet,

von welchem wohl angenommen werden kann, daſs es in seinem ganzen Schooſse den Quell berge, der das vorbeschriebene Resultat gegeben, und daſs der Druck, der das Steigen des angebohrten Wassers erzeugt, in den nächsten Anhöhen der 2½ Meilen entfernten, ziemlich hohen Berge in Pohlen liege. Von dieser Voraussetzung ausgehend, wählte ich an verschiedenen Puncten gerade immer die Orte zu neuen Brunnen, welche für das Bedürfniſs die bequemsten waren. Auch wurde eigentlich weniger gegraben und mehr gebohrt, als es sonst hier zu geschehen pflegt; worin man eine fernere Ähnlichkeit mit den Artesischen Brunnen finden kann.

Bei diesen neuen überlaufenden Brunnen ergab sich Folgendes. Von der Oberfläche bis auf 8 Fuſs tief fand man nur angeschwemmten Boden, aus Sand, Lehm und reichlichem Humus bestehend. Dieser Boden lieſs leicht das Wasser durchdringen, je nachdem die Witterung feucht oder trokken war, und hatte deshalb mehr oder weniger kleine Wasser-Adern, die selbst manchmal das Graben erschwerten, jedoch keine Ausbeute für einen Brunnen gaben. Tiefer als 8 Fuſs zeigte sich sogenannte gewachsene Erde, aus einer festen, sich ganz gleich bleibenden Lehmmasse bestehend. In diese hinein grub man nun noch 22 bis 30 Fuſs, schürzte bis auf diese Tiefe den Brunnen aus und begann alsdann das senkrechte Bohren mit dem hier gewöhnlichen Brunnen-Erdbohrer, von 3 Zoll in Durchmesser. Bis auf fernere 40 Fuſs, also zusammen bis auf 80 Fuſs tief, blieb sich die Lehm-Erde gleich; dann aber brachte der Bohrer Schluff, häufig mit kleinen Kieseln gemengt, zu Tage. Bald darauf aber wollte derselbe gleichsam versinken; es sprudelte in der Bohr-Öffnung ein Quell mächtig empor, so daſs an das Einsenken einer blechernen Röhre, wie bei den Artesischen Brunnen geschehen soll, nicht mehr zu denken war, vielmehr die Arbeiter eilen muſsten, den Bohrer herauszuheben und sich selbst in die Höhe zu begeben. Ein auf diese Weise, in meinem Beisein, Abends um 8 Uhr hervor gesprudelter Quell hatte den oberhalb ausgeschürzten Raum von 30 Fuſs tief und 6' Fuſs im Geviert bereits bei Tages-Anbruch gefüllt, und sich einen Lauf über den Hof gebildet. Es wurde nun wie oben beschrieben weiter verfahren, und bis jetzt haben diese Brunnen, ohne Blechröhren, an Wasser-Reichthum nicht abgenommen.

5.
Beschreibung einer neuen Art der Bedeckung flacher Dächer.

(Vom Herrn Architecten *E. Pötzsch* zu Leipzig.)

So wenig es auch an verschiedenen Materialien und Angaben der Art ihrer Anwendung zur Bedeckung der flachen Dächer fehlt, so dürfte es doch nicht überflüssig sein, noch eine neue Art hinzuzufügen, welche zweckmäfsiger, und wegen ihrer weiter unten angezogenen Vortheile auch auf geringere Gebäude häufiger anwendbar sein dürfte.

Metalldächer, so dauerhaft sie auch sind, scheinen wegen ihres hohen Preises für die meisten bürgerlichen Bauten vor den hohen Ziegeldächern nicht den Vorzug zu haben. Deshalb sind die Ziegeldächer so allgemein. Sie verbinden nächst der Wohlfeilheit, mit einer nur wenig practische Kunstgriffe erfordernden leichten Ausführung, Dauerhaftigkeit, in einem Verhältnisse, dafs die Dachziegel ein fast unentbehrliches Baumaterial für den weniger begüterten Bürger und Landmann geworden sind; so viel auch ihre Dauer, an sich betrachtet, zu wünschen übrig lassen mag.

Die Mängel der Ziegeldächer, glaube ich, kann nun die neue Construction beseitigen, während ihre Vortheile, die geringen Kosten und die leichte Ausführbarkeit bleiben, so dafs sich diese neue Art den flachen, mit Metall bedeckten Dächern an die Seite stellen lassen dürfte.

Die Construction ist im wesentlichen folgende: (S. Taf. III. Fig. 5.)

Die flach aufgestellten Sparren werden, wie bei den Ziegeldächern, mit Latten beschlagen, jedoch so, dafs jeder der darauf zu hängenden Bieberschwänze den zunächst darunter liegenden noch über seine halbe Länge wenigstens $\frac{3}{4}$ Zoll, und höchstens 1 Zoll, überdeckt. Die Lattenweite ist demnach, bei den in unserer Gegend üblichen Bieberschwänzen von 16 Zoll lang, wenigstens $7\frac{1}{2}$ und höchstens $7\frac{5}{8}$ Zoll. Bei dieser Weite der Latten überdeckt jeder Ziegel den unter ihm in der dritten Reihe liegenden um $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll.

Nachdem das Dach gelattet ist, werden die Bieberschwänze, wie bei den böhmischen Dächern, mit Kalkmörtel, wozu gesiebter Sand als Zusatz genommen wird, eingedeckt. Nachdem nemlich ein Dachstein tüchtig genetzt ist, wird er mit einer schwachen Kalkfuge an seinen Nachbar angerieben. Die darauf folgenden Schichten werden auf dieselbe Weise gedeckt und, gut angefeuchtet, auf die untern Schichten mit einem Querschlag aufgelegt. Der Kalk, welcher auf der äufsern Seite des Daches aus den Fugen hervortritt, wird mit der Kelle nicht abgestrichen, sondern es werden vielmehr sämmtliche Ziegelreihen, nachdem sie zuvor wieder tüchtig angefeuchtet worden, mit einer Lage Kalk überzogen. Des bessern Haltes wegen wird der Kalk von unten nach oben zu an die Steinreihen kräftig angeworfen; und es kann dieser Mörtel mit gröberem Sande zubereitet sein, als der vorige. Nachdem der erste Bewurf völlig trocken ist, wird unter beständigem Annetzen eine zweite und endlich eine dritte Lage Mörtel auf gleiche Art aufgetragen, so dafs der ganze Mörtel-Überzug der Steine eine Stärke von 1 bis $\frac{5}{4}$ Zoll, dicht am Anfange einer Ziegelreihe gemessen, erhält, und also die Ziegel an den abgerundeten Enden noch $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll hoch bedeckt. Dadurch erhält die ganze Bedeckung, mit Einschlufs der Dicke der Ziegel, eine Stärke von 3 bis $3\frac{1}{4}$ Zoll. Die letzte Schicht Mörtel mufs möglichst glatt aufgetragen und durch ein nach der Höhe des Daches gerichtetes Richtscheit öfters abgeglichen werden. Hat nun dieser Bewurf etwas angezogen, so wird er mit der Kelle, jedoch ohne ihn anzufeuchten, glatt gerieben. Das zu schnelle Trocknen im Sommer, und das daraus erfolgende Aufreifsen des Mörtels, mufs durch Bedeckung mit Strohmatten und dergleichen verhindert werden.

Nachdem die ganze Kalkkruste vollständig getrocknet ist, läfst man die Dachfläche, wenn es die Lage des Gebäudes erlaubt, von der Sonne recht erwärmen, und überzieht sie alsdann mit heifsem Steinkohlentheer, der mit einem grofsen Pinsel, aus starkem Borsten, aufgetragen wird. Ist auch dieser Austrich völlig trocken, und hat er sich in den Mörtel gut eingezogen, so wird die ganze Dachfläche zum zweiten Male ebenfalls mit heifsem Steinkohlentheere überzogen, und während der Arbeit mit scharfem, aber feinem Sande überstreut. Dieser wird mit einem Reibebrette dergestalt eingerieben, dafs die kleinen Vertiefungen des Kalkmörtels damit ausgefüllt werden und so eine möglichst glatte Oberfläche entsteht. Hiermit ist die Arbeit vollendet.

Die Vortheile nun, welche ich durch diese Dach-Bedeckungs-Art zu erreichen glaube, sind folgende.

1. Grofse Wasserdichtigkeit und Dauer. Indem das Ziegeldach, auch ohne einen besondern Überzug, schon wegen der einer Vermauerung ähnlichen Zusammenfügung der Bieberschwänze, an und für sich wasserdicht ist, so wird es noch um so dichter durch den Kalk-Estrich, der in Verbindung mit jenen das Durchdringen des Wassers beinahe unmöglich macht. Dazu trägt auch das schichtweise Auftragen des Mörtels vieles bei. Denn wenn sich auch Sprünge in der einen Schicht während des Trokkenwerdens derselben bilden sollten, so können dieselben doch nur durch eine, und nicht durch alle drei Schichten zugleich hindurch gehen, und werden später noch durch den Theer und den Sand verstopft. Im schlimmsten Falle aber müfste das Wasser, wenn es durch den Estrich hindurch dränge, noch durch eine Kalkfuge und durch einen Stein gelangen. Sprünge durch die ganze Bedachung hindurch lassen sich bei einer solchen Vertheilung des Mörtels zwischen den Steinen nur durch gewaltsame Angriffe verursacht denken.

Die Oberfläche des Estrichs kann nicht, wie es bei den Bieberschwänzen der Fall ist, die auf flachen Dächern liegen, durch Frost und Thauwetter nach und nach abblättern. Denn erstens kann ein gut zubereiteter Kalk-Mörtel, der durch das Reibebrett und ähnliche Werkzeuge nicht erhitzt, und durch fortwährendes Annetzen (nach der Sprache der Maurer) nicht todt gerieben ist, gewifs, wenn er an Dauer die üblichen Dachziegel nicht noch übertrifft, diesen doch wenigstens an die Seite gestellt werden. Zweitens: durch die glatte, geölte Oberfläche wird der Estrich gegen das Auswittern geschützt, weil er das Wasser nicht so sehr in sich einsaugt und dadurch aufhält, wie bei den Ziegeldächern. Diese bilden eine rauhe, und durch die Dicke und Abrundung der Ziegel vielfach unterbrochene Fläche, welche weit längeren Aufenthalt des Wassers verursacht. Überdies macht man ja vegetabilische Stoffe durch Anstrich mit Steinkohlentheer wetterfest: um wie viel mehr läfst sich solches nicht von einem mit aller Vorsicht verfertigten Kalk-Estrich erwarten. Da flache Dächer den Erschütterungen durch Sturmwinde nicht so sehr als hohe ausgesetzt sind, so ist schon um deswillen ein Abbröckeln, auch unter den gewöhnlichen Umständen, nicht zu befürchten; geschweige denn von einer gleich-

sam aus einem Gusse verfertigten Oberfläche, die weder eine Fuge noch sonst einen Angriffspunct dem Wetter und Winde darbietet.

2. Leichtigkeit der Ausbesserung. Kleine Risse können durch Steinkohlentheer und Sand, auf die schon oben beschriebene Art, mit einem Reibebrette (Mauerhobel) zugerieben werden. Gröfsere Risse können mit Kitt, aus dergleichen Theer und an der Luft zerfallenem Kalk, ausgestrichen werden. Nach diesem wird der Kitt wieder mit Steinkohlentheer überstrichen und mit Sand überrieben. Noch gröfsere Schäden müssen durch ein Stück neuen Kalk-Estrich ersetzt werden. Es darf die schadhafte Stelle blofs mit einer Bauklammer aufgehackt, nach der beschriebenen Art neu verfertigt und mit dem Alten wieder gut verbunden werden, wobei nach vollendeter Arbeit keine Erhöhung durch den neuen Antrag entstehen darf. Wird der Estrich in den ersten Jahren, vor Anfang des Winters, noch einmal mit Steinkohlentheer überzogen und mit Sand überrieben, so entsteht nach und nach eine Kruste, die nicht so leicht Reparaturen nöthig haben wird. Es kommt nur auf die Erhaltung der Oberfläche an, an welcher jede kleine Beschädigung leichter bemerkt werden kann, als an anderen Dach-Bedeckungen.

3. Leichte Ausführung, die von jedem Maurer oder Dachdecker, ohne besondere Handgriffe bewerkstelligt werden kann.

4. Geringerer Kosten-Aufwand, als bei den üblichen Bedeckungen der flachen Dächer. Wegen der $7\frac{1}{2}$ Zoll weiten Lattung kommt diese Bedeckung, ohne den Überzug mit Kalk und Theer, den Spliefsdächern auf böhmische Art im Preise gleich zu stehen, wobei die Ersparung der Spliefse noch nicht einmal gerechnet ist. Der Überzug mit Kalk, von der angenommenen Dicke von 1 bis $\frac{3}{4}$ Zoll, kommt mit Material und Arbeitslohn wiederum nicht höher, als auf das Doppelte einer mit der Dachfläche gleich grofsen Fläche Mauerputz. Rechnet man nun diesen Estrich noch zu der Ziegelbedeckung, so wird die Summe, nebst den Kosten für den Anstrich mit dem sehr wohlfeilen Steinkohlentheer, immer nur erst so viel betragen, als eine eben so grofse Fläche doppeltes Dach, welches auf böhmische Art eingedeckt ist. Vergleicht man endlich noch, wie viel Holz, Steine, Latten, Nägel und Arbeitslohn bei einem flachen Dache gegen ein hohes, viel mehr Fläche enthaltendes Dach, bei übrigens gleicher Tiefe des Gebäudes, erspart wird; so scheint mir, schon durch eine flüchtige Überschlagung, auch die Wohlfeilheit dieser Art Bedachung dargethan.

5. Feuerabhaltend von aufsen ist diese Bedeckung mehr als ein Ziegeldach, indem letzteres durch darauf fallende schwere Körper leichter als jene beschädigt und durchgeschlagen werden kann; nicht zu gedenken der Gefahr, die durch den vielen Holz-Aufwand und durch das leichte Heruntergleiten der Ziegel von steilen Dächern entsteht.

6. Das Dach wird auch nicht schwerer als ein böhmisches Doppeldach. Denn obgleich das letztere, wenn man die Dachziegel $\frac{3}{4}$ Zoll und den dazwischen befindlichen Querschlag $\frac{1}{4}$ Zoll dick rechnet, fast durchgängig nur $2\frac{3}{4}$ Zoll dick ist, die neue Bedeckung dagegen an ihrer stärksten Stelle 3 bis $3\frac{1}{4}$ Zoll und an ihrer schwächsten $2\frac{1}{4}$ Zoll stark ist, so wird doch diese gröfsere Stärke nur durch Kalkmörtel hervorgebracht, der in der Regel weniger als Ziegel wiegt.

Auch erwächst dieser Bedachung noch der Vortheil, dafs bei dem so ausgebreiteten Gebrauche der Ziegeldächer die alten Dachziegel wieder zu gebrauchen sind, wenn das Gebäude, oder auch nur das Dach mit einem neuen vertauscht werden soll. Die alten mit Moos und Schmutz überzogenen Dachziegel werden in einem Brennofen ausgeglüht, wodurch ihre Oberfläche wieder geeignet wird, sich mit dem Mörtel zu verbinden *).

---

*) Das Ziegeldach, auf welches der Mörtel-Estrich gelegt werden soll, ist beinahe ein doppeltes Dach, daher möchte das Estrich-Dach wohl etwas schwerer und auch theuerer sein als ein doppeltes Ziegeldach, und noch etwas theuerer als ein Kronen-Dach von gleich grofser Oberfläche. Allein wenn das Estrichdach sonst nur dauerhaft ist, so wird es dessenungeachtet den Vorzug haben; und auch was den Kostenpunct betrifft, wird es wenigstens wohlfeiler sein als ein steileres Dach. Es wäre daher wohl zu wünschen, dafs mit dem Estrich-Dache Versuche gemacht und die Ergebnisse öffentlich mitgetheilt würden. Anm. d. Herausg.

6.

Über Anwendung des Trafs-Bétons zur Fundamentirung der Gebäude.

(Von dem Herrn Hof-Bau-Inspector *Braun* zu Berlin.)

Es ist bekannt, dafs ältere und neuere Baumeister sich häufig des Bétons zu den Fundamenten der Wasserbauten bedienten; seltener scheint derselbe zur Befestigung eines schlechten Baugrundes, worauf Land-Gebäude von Bedeutung aufgeführt werden sollen, benutzt worden zu sein, und doch dürfte der, besonders mit einem cementartigen Materiale gemischte und zubereitete Béton, in Masse gelegt, in manchen von dem Baumeister nach den Umständen zu erachtenden Fällen nicht ohne bedeutenden Vortheil zu benutzen und besonders den kostspieligen Pfahlrosten vorzuziehen sein.

Angenommen, ein Gebäude solle auf einer Stelle erbaut werden, wo der feste Baugrund so tief liegt, dafs nach den gewöhnlichen Regeln ein Pfahlrost nöthig ist, der Grund über dem gewachsenen festen Boden aber (welcher letztere jedoch bedingungsweise ziemlich horizontal liegen müfste) bestände aus aufgeschwemmten, zu geringen Widerstand leistenden Erd-Arten, und es wäre (was freilich nicht sein kann) möglich, den unfesten Grund in seiner ganzen Länge und Breite mit einer einzigen, hinreichend starken und festen Fels-Platte zu bedecken, so hätte es wohl kein Bedenken, dafs darauf jedes, auch das schwerste Gebäude aufgeführt werden könnte, indem die Last desselben, nun auf eine sehr grofse Basis vertheilt, einen ungeheuren Widerstand der darunter befindlichen Erde erfahren und daher vielleicht nicht im geringsten, oder doch nur sehr wenig und nur gleichmäfsig sich senken würde.

Statt der Fels-Platte ist es nun möglich, durch Kunst, und sogar mit leichter Mühe, und nach Verhältnifs mit geringen Kosten, an Ort und Stelle eine Steinmasse zu erzeugen, die sehr bald eine solche Härte und Dichtigkeit erhält, dafs sich darauf fast wie auf einem Fels bauen läfst.

Es eignet sich dazu der aus Trafs von Brohl am Rhein, aus Kalk, Sand, Kies, kleinen Granit- oder Bruch- und Ziegel-Stücken verfertigte Béton ganz vorzüglich, indem eine solche, ursprünglich breiartige Masse, an Ort und Stelle fest zusammengestampft, in der Nässe und an feuchten Orten sehr bald sich dergestalt verhärtet, dafs sie eine festzusammenhängende, wasserdichte Steinmasse bildet, und hinreichend dick gelegt, die darauf zu setzende Last eines Gebäudes vollkommen wird tragen können.

Die Bereitung des Bétons ist unter andern im 1sten Bande dieses Journals, Heft. 3., S. 236., von dem Herrn Wasserbau-Inspector Elsner beschrieben. Der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes hat den von dem damaligen Franz. Ingénieur en Chef Hageau angegebenen Béton No. 2. vor mehr als 20 Jahren zu den Fundamenten der Schleusen und anderen Wasserbau-Arbeiten des Nord-Canals unter seiner Aufsicht verarbeiten gesehen, und Gelegenheit gehabt, sich von der schnellen und durchgängigen Verhärtung dieser Masse zu überzeugen. Hier ganz nahe, ist auf der Königl. Pfauen-Insel bei Potsdam vor mehreren Jahren das 45 Fufs im Durchmesser haltende, 5 Fufs tiefe Bassin des auf einer sandigen Anhöhe liegenden Springbrunnens, mit einer 2 Fufs dicken Lage Béton, von der nemlichen Zusammensetzung, fundamentirt und darauf die Ringmauer aus hartgebrannten Ziegeln in Trafsmörtel gesetzt, was ebenfalls völlig dauerhaft gewesen ist. Es scheint also an der Tauglichkeit des Bétons zu Fundamenten fast kein Zweifel zu sein.

Der Béton in Masse dürfte zu Fundamenten von Gebäuden unter folgenden Umständen angewendet werden können.

1. Der bedeutenden Kosten wegen, wenigstens in hiesigen Gegenden, nur da, wo der Baugrund so unfest ist, dafs aufserdem ein kostspieliger Pfahlrost nothwendig wäre.

2. Nur da, wo der gewachsene feste Baugrund ziemlich horizontal liegt.

3. Wo der aufgeschüttete oder aufgeschwemmte Boden aus gemischten Erd-Arten besteht, nicht aber aus Schlamm oder Torfmoor, ausgenommen wenn der Schlamm oder Torf sehr tief liegt, und über sich noch eine hinreichend dicke Lage von Erde hat.

4. Nur dann, wenn die Last des darauf zu setzenden Gebäudes ziemlich gleich vertheilt ist, also wenn dasselbe nicht etwa auf der einen Seite einen Thurm, oder ein Stockwerk mehr als auf der andern bekommen soll; und endlich

5. Wenn der Béton so zu liegen kommt, dafs er fortwährend von der Nässe, oder wenigstens von Feuchtigkeit umgeben ist, weil er nur dann eine bedeutende Festigkeit erhält.

Die Dicke der Béton-Schicht dürfte sich eines Theils nach der Tiefe und Dichtigkeit des unter ihr liegenden Baugrundes, andern Theils nach dem Flächen-Inhalte und dem Gewichte des darauf zu setzenden Gebäudes richten. Im ungünstigsten Falle dürften 3 Fufs Dicke hinreichen, im günstigsten aber wenigstens $1\frac{1}{2}$ Fufs nöthig sein.

Beim Fundamentiren mit Béton könnte man auf folgende sehr einfache Weise verfahren. Nachdem die ganze Grundfläche des Gebäudes, in ihren äufsersten Dimensionen, mit Inbegriff der Dicke der Mauern und ihrer Absätze, vor welchen die Béton-Masse noch wenigstens 6 Zoll vorstehen mufs *), bis zur Tiefe der Keller, wozu noch die Dicke der Bétonschicht kommt, ausgegraben worden, wird unten im Grunde, nach der äufsersten Länge und Breite des Gebäudes, eine kleine Bretterwand, so hoch als die Béton-Schicht gesetzt, die von gewöhnlichen Arbeitern verfertigt werden kann, und welche dazu dient, den Béton wie in eine grofse Form, an den Seiten und Ecken lothrecht, einzustampfen, und zu verhindern, dafs die einstürzende Erde sich nicht mit der Bétonmasse menge. Stöfst man beim Graben auf starkes Grund- oder Quellwasser, so mufs wo möglich um den ganzen Bauplatz eine Rinne gezogen und während des Einbringens des Bétons, das Wasser aus der Baustelle abgeleitet oder ausgeschöpft werden. Ein geringer Wasserstand von einigen Zollen würde aber nicht hinderlich sein.

Ist die Sohle des Bauplatzes geebnet und nach der Wage ausgegraben, so wird die erste Lage Béton, der wo möglich nicht zu entfernt von der Baustelle verfertigt werden mufs, in Karrn herbeigeschafft und $\frac{3}{4}$ bis 1 Fufs dick so fest zusammengestofsen, dafs nicht der geringste Zwischenraum oder Höhlung darin bleibt. Wie mit der ersten, wird mit der zweiten, dritten und letzten Lage verfahren, bis das Fundament die ihm bestimmte Dicke erhalten hat. Diese Arbeit mufs aber möglichst rasch von Statten gehen, damit die unteren Lagen nicht zu sehr trocknen, ehe die folgenden darauf gekommen sind, was die innige Verbindung der Lagen unter sich hindern würde.

*) Besser wohl ein Paar Fufs, damit der Rand der Masse weniger leicht abgebrochen werden kann. Anm. d. Herausg.

Sobald der Béton in den bestimmten Dimensionen eingebracht und gestampft ist, wird er mit einer schwachen Lage feucht zu haltenden Sandes bedeckt, und bleibt so 2 bis 3 Wochen liegen. Findet man nach dieser Zeit, dafs er sich bedeutend erhärtet hat, so wird die Bretterwand weggenommen, die Erde wird an die Bétonlage fest herangestampft und die Keller-Mauern werden bis zur Plintenhöhe aufgeführt. In diesem Zustande lasse man den Bau Einen Winter hindurch, bis zum Frühling liegen, während welcher Zeit der Béton noch mehr an Festigkeit gewinnen wird und die ganze Masse sich gehörig setzen kann, welche Senkung aber nur unbedeutend sein wird. Ist der Untergrund sehr weich, so mufs man, während des fernern Baues, zur Verhütung etwaniger partieller Senkungen des Gebäudes, um so mehr die Vorsicht gebrauchen, die Mauern immer überall gleichmäfsig aufführen zu lassen.

Es könnte der scheinbar nicht ungegründete Einwand gemacht werden, dafs die Béton-Schicht, selbst bedeutend dick und fest, über sehr weichem Untergrunde, da wo z. B. die ganze Last der Frontenmauern auf ihm ruht, brechen könne, worauf dann dieser Theil der Mauern sinken würde. Darauf läfst sich aber erwiedern, dafs nicht allein die Fronten- und Giebelwände auf die äufsern Kanten des Bétons wirken, sondern auch die Mittel- und Scheidewände auf mehrere Puncte der Mitte, so dafs die Last des ganzen Gebäudes auf die ganze Masse des Bétons vertheilt ist.

Wollte man zur gröfseren Sicherheit ein Mehreres thun, so dürfte man nur den Kellermauern eine breitere Basis geben und sie nach oben zu sich verjüngen lassen, wodurch die Last noch mehr vertheilt werden würde.

Die Kosten des Bétons richten sich hauptsächlich nach dem örtlichen Preise des Trasses, welcher natürlich in Gegenden, die von den Tufsteinbrüchen entfernt sind, etwas hoch ist, in so fern nicht der Preis durch bequemen und vortheilhaften Wassertransport ermäfsiget wird. Wie verschieden die Kosten sind, ersiehet man daraus, dafs der Preufsische Scheffel Trafs am untern Rhein nur einige Groschen kostet, in Berlin dagegen 2 Thaler und darüber; wobei freilich zu bemerken, dafs man erst hie und da versuchsweise einige kleine Quantitäten dieses Materials hat hieher kommen lassen. Sollte der Trafs in gröfserer Menge gebraucht werden, und also die Nachfrage danach stärker werden, so würde ohne

Zweifel der Preis desselben auch hier durch die Concurrenz sich verringern und vielleicht nicht über 1½ Thaler sein.

Rechnet man den Scheffel Trafs zu 1⅔ Thaler, so würden in Berlin die Kosten Einer Schachtruthe Béton ungefähr folgende sein.

1) Für Material.			
2 Theile, oder 34½ Cubik-Fufs, oder circa 4¾ Wispel hiesigen Kalk, zu 1 Rthlr. 20 Sgr.	7 Rthlr.	27 Sgr.	6 Pf.
1½ Theile, oder 26 Cubik-Fufs, oder etwa 14½ Scheffel Trafs, zu 1 Rthlr. 20 Sgr.	24 -	5 -	— -
1½ Theile, oder 26 Cubik-Fufs scharfen Flufssand, die Schachtruthe zu 2 Rthlr.	— -	10 -	10 -
1 Theil, oder 17¼ Cubik-Fufs Kies, die Schachtruthe zu 4 Rthlr.	— -	14 -	4 -
2 Theile, oder 34½ Cubik-Fufs Bruchsteinstücke *), die Schachtruthe zu 10 Rthlr.	2 -	11 -	10 -
3 Theile, oder circa 52 Cubik-Fufs Ziegelstücke, wozu Abgänge auf den Ziegeleien genommen werden können, zu 4 Rthlr.	1 -	13 -	4 -
2) Für Arbeitslohn.			
8 Tagelöhne zur Bereitung des Bétons, zu 12½ Sgr.	3 -	10 -	— -
3 dergleichen zum Einkarren und Feststampfen desselben, zu 11 Sgr.	1 -	3 -	— -
Für Geräthschaften	— -	24 -	2 -
Die Schachtruthe Béton würde also, bis zur Baustelle gebracht und festgestampft, etwa kosten:	42 Rthlr.	— Sgr.	— Pf.

Angenommen nun, ein Gebäude hielte im Grundrifs mit den Mauern und dem halbfüfsigen Absatze des Bétons 8135 Quadrat-Fufs, und diese Fläche sollte 3 Fufs dick mit Béton bedeckt werden; so würden 169½ Schachtruthen davon nöthig sein, welche zu 42 Rthlr. die Schachtruthe, zusammen 7119 Rthlr. kosten würden.

Ein Pfahlrost dagegen, von 36 Fufs langen Pfählen, zu dem nemlichen Gebäude vom obigen Flächen-Inhalt, würde nach hiesigen Preisen nahe an 15400 Rthlr. kosten, und es würden also durch den Béton noch 8000 Rthlr. gespart werden. Die Kosten des Ausgrabens der Baustelle,

*) In Ermangelung von Bruchsteinen, die sich mit dem Mörtel innig verbinden, nehme man Ziegelstücke. Anm. d. Verf.

des Wasserschöpfens, und andere Neben-Ausgaben, dürfen von dem Vergleich ausgeschlossen bleiben, weil sie bei beiden Fundamentirungs-Arten ziemlich die nemlichen sind.

Aufser der Kosten-Ersparnifs würde die Fundamentirung mit Trafs-Béton noch den Nutzen haben, dafs auch die Keller leicht wasserdicht gemacht werden können, wenn man noch die Kellermauern, bis etwa über den höchsten Wasserstand, in Trafsmörtel mauert. In dieser Beziehung dürfte es mitunter sogar gerathen sein, den Grund auch dann, wenn kein Pfahl- oder liegender Rost nöthig ist, das Wasser aber die Keller erreicht, erst mit einer Lage gestampften Thon oder Lehm, und hernach mit einer $\frac{3}{4}$ oder 1 Fufs dicken Lage Béton zu belegen und die Fundamente mit Trafsmörtel zu mauern, um die Keller gegen das Eindringen des Grundwassers zu schützen. Da es höchst unangenehm, ja selbst schadenbringend für viele Haus-Eigenthümer ist, wenn sie zu gewissen Jahreszeiten ihre Keller nicht benutzen können, Kellerwohnungen aber durch die zurückbleibende Feuchtigkeit sogar noch ungesunder werden, so dürfte vielleicht mancher Bauherr bei dem Bau eines neuen Hauses die Mehrkosten nicht scheuen, um durch obiges Mittel das Grundwasser von den Kellern entfernt zu halten. Auch in schon stehenden, alten Gebäuden kann der Übelstand auf diese Weise gehoben werden.

Berlin, den 8ten März 1830.

7.
Einfaches Gerüst.

(Von dem Herrn *J. Senff*, c. ph. zu Berlin.)

Das frische und reinliche Ansehen der Strafsen und Gebäude in St. Petersburg rührt, aufser von einer sehr wachsamen Strafsen-Polizei, die es nicht gestattet den Schmutz aus den Häusern vor die Thüren zur Schau hinauszuwerfen, zum Theil auch davon her, dafs die Häuser, sobald der Anstrich durch das Alter unscheinbar, z. B. der Bewurf an Gesimsen und andern leicht verletzbaren Stellen schadhaft geworden ist, in der Regel sogleich reparirt und neu gefärbt werden. Da dieses bei dem ungünstigen Clima ziemlich oft geschehen mufs, so machte die Noth auch hier die Lehrmeisterin und veranlafste eine sinnreiche Vereinfachung der Gerüste. Es würde sehr kostbar sein, immer ein zusammenhängendes Gerüst zu bauen, welches um das ganze Gebäude wie gewöhnlich herumliefe; auf der anderen Seite würde es zu langwierig und gebrechlich sein, sich mit Leitern zu behelfen. Daher schlug man einen Mittelweg ein: man befestigte an einen Balken von hinreichender Länge und Stärke unten ein Querstück *a*, (Taf. III. Fig. 1.), welches durch ein Paar Streben in seiner Stellung gesichert wird. Oben wird ein Tritt daran befestigt, der breit genug ist, um eine beträchtliche Strecke von hier aus anstreichen zu können; an den ganzen Balken werden kleine Querlatten, wie zu einer Hühnerstiege, angeschlagen. Dieses einfache Gerüst liegt mit den beiden hervorragenden Enden des Kreuzholzes *b*, welches den Tritt trägt, oben an die Mauer an. Um den Anwurf nicht zu beschädigen, werden die Enden des Kreuzholzes mit Matten umwickelt; unten steht es auf dem Strafsenpflaster, wo das Querstück *a* ihm eine hinlängliche Stütze giebt. Mit einem Seile zieht sich der oben sitzende Arbeiter seine Bedürfnisse hinauf, und wenn das Gerüst weiter rücken soll, so setzt er sich in die Mitte, umfafst das obere Ende des Balkens, und stemmt sich mit den Füfsen gegen die Wand. Während unten zwei

Gefährten den Querfuſs mit Hebestangen weiter rücken, regirt jener den obern Theil mit den Füſsen, so daſs er schnell um die ganze Breite des Tritts fortrücken kann, ohne herabzusteigen und ohne die Mauer im Fortschieben zu beschädigen. Daſs eine solche Wanderung gefährlich aussieht, ist nicht zu leugnen; ich habe indessen nie gehört daſs dabei ein Unglück geschehen sei. Da ein solches Gerüst nicht auseinandergeschlagen wird, sondern unverändert nächster Tage an einem anderen Hause steht, so sieht man leicht, daſs dabei viel gespart wird. Es wird auf mehreren solchen Gerüsten von verschiedener Höhe zugleich gearbeitet, und alle werden unten von denselben zwei Handlangern bedient, die die leer herabgelassenen Eimer füllen, und die Gerüste mit einem Paar Hebestangen weiter rücken.

8.
Die Säulen der Isaaks-Kirche zu St. Petersburg.

(Von dem Herrn *J. Senff*, c. ph. zu Berlin.)

Vor zwei Jahren hatte ich Gelegenheit die Aufrichtung einer dieser Säulen zu sehen, und aus dem großsen Interesse welches das Schauspiel für mich hatte, glaube ich schließsen zu können, daß einige Worte darüber dem Leser nicht uninteressant sein dürften. Ich theile daher das Wenige, was ich mit Gewißheit über diesen Gegenstand weiß, mit. Sie sind aus einem grobkörnigen, rothbraunen Sienitfelsen in Wederlax unweit Friedrichsham in Finnland gebrochen; man hatte nach vielem Suchen diese Stelle am tauglichsten dazu gefunden, weil die horizontalen und fast verticalen Klüftungen, welche den Felsen durchsetzen, schon von Natur solche Stücke bildeten wie man sie brauchte, und das Sprengen weniger gefährlich war, indem es nur die schon getheilten Stücke trennen, nicht aber (oder doch nur selten) die Spalten selbst erzeugen sollte. Man brach und sprengte daher den Felsen so weit ab, daß vorn eine freie glatte Fläche entstand und die nächstfolgende Spalte benutzt werden konnte; dann bohrte man dicht an der Spalte eine Reihe von Löchern, die weit tiefer reichten als der Durchmesser der Säule. Durch eiserne Keile, später auch durch Pulver, das mittelst eines Lauf-Feuers in allen Bohrlöchern zugleich angezündet ward, schob man nun das Felsenstück von seinem Platze. Nachdem die Säulen roh behauen waren, wurden sie paarweise zu Schiffe nach St. Petersburg transportirt. Von allen 36 Säulen sollen nur Zwei beim Sprengen verunglückt sein, die durch neue ersetzt wurden. Roh behauen, wie man sie schon vor 7 Jahren bei der Admiralität liegen sah, waren diese Säulen am untern Ende $6\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser und 54 bis 56 Fuß lang; also 1526 Cubik-Fuß groß und 3600 bis 3700 Centner schwer. Diese Massen wurden in einem eigens dazu erbauten Schuppen erst genau behauen und dann aus freier Hand geschliffen und polirt, wobei sie eine schöne Farbe annahmen. Bei dem Transport vom

Ufer bis in diesen Schuppen hatte man eine Unterlage von starken Balken gemacht, die aber in das Pflaster des Isaaksplatzes tiefe Spuren eindrückten und gar bald zu Splittern zerrieben waren. Auf dem Unterbau, auf welchem sie errichtet werden sollten, waren die bronzenen vergoldeten Basen schon an ihrer gehörigen Stelle befestigt, und in gleicher Höhe mit dem obern Stande derselben war eine Diele von gehöriger Stärke gelegt, die auf dem Unterbau ruhte; hierauf erhob sich nun ein Gerüst von 16 Ständern in der Länge und 4 in der Breite, jeder aus vier 12zölligen Balken bestehend, die durch starke Bänder verbunden waren, und oben eine doppelte Balkenlage von gleicher Dicke trugen. Von fern sah [illegible] colossale Gerüst mit seinen vielen Querverbindungen und Str[illegible] sc[illegible] wie ein grofses Gebäude aus, gewann aber noch mehr an Gröfse, wenn man hineintrat und nach der ungeheuren Höhe hinaufblickte. Auf einem schrägen Anlauf, der aufserhalb dieses Gerüstes erbaut war, war die Säule auf den Fufsboden hinaufgewalzt worden, und lag jetzt schon auf zwei starken Wagen mit eisernen Rollen, in der Linie in welche sie zu ihrem künftigen Standpuncte hingezogen werden sollte. Beim Behauen hatte man an der obern Hälfte, in gleichen Entfernungen, mehrere starke Warzen stehen lassen, die erst später abgearbeitet werden sollten; die ganze Säule war mit Matten umwickelt, um sie gegen Verletzungen, die beim Aufrichten vorfallen könnten, zu schützen, und über diesen Matten war sie hinter jeder Warze mit starken Seilen unterbunden, an welche 16 Flaschenzüge, jeder von 2 Rollen, befestigt waren, die vom obern Ende bis zur Mitte gleichmäfsig vertheilt waren. Eben so viel Kloben waren oben an der Balkenlage senkrecht über der Base befestigt, und die 16 Seile, welche die ganze Masse heben sollten, waren, als die Zuschauer hineingelassen wurden, angebracht, und jedes durch eine unten befestigte Rolle zu einer doppelten Winde geleitet. Diese Winden bestanden aus zwei senkrecht stehenden starken Walzen, die durch ein Getriebe von Gufs-Eisen, mittelst 4 Hebebäumen, jedes von 8 Mann gedreht wurden. Das Seil wickelte sich um beide Walzen, von unten nach oben, wo das freie Ende von einem dazu angestellten Arbeiter zusammengelegt wurde. Aufser diesen 16 Winden, mit ihren zugehörigen Flaschenzügen, war noch eine 17te hinter der Säule angebracht, welche allmählig nachgelassen wurde, um jedes zu rasche Vorwärtsgleiten der Säule zu hindern, welches erfolgen mufste, sobald das obere Ende bis auf einen gewissen Winkel gehoben

war. Bei jeder Rolle war ein Aufseher angestellt, der mittelst einer Brechstange das Zusammendrehen der Seile verhinderte, wenn es bei einiger Ungleichheit im Zuge entstände. Ganz oben im Dache des Gerüstes saſs der Commandeur, der alles von hier aus übersehen und Jedem zurufen konnte.

Eine ungeheuere Menge Neugieriger hatten sich versammelt, diesem merkwürdigen Schauspiele zuzusehen; es wurde geschellt und alle Winden setzten sich in Bewegung. Die Säule hatte von der Stelle, wo sie lag, bis zu ihrer Base etwa 140 Fuſs zu wandern. Als die Bewegung anfing, sah Jedermann nach der Uhr; denn die zwei ersten Säulen, die schon standen, hatten Eine Stunde erfordert um aufgerichtet zu werden, und man war begierig zu sehen, um wie viel schneller es heute gehen würde. Als das obere Ende fast bei der Base angelangt war, wurde plötzlich geschellt und im Nu war alles bereit; nach zwei Minuten fing man von Neuem an zu ziehen. Ich erkundigte mich nach der Ursache dieser Störung, und erfuhr, daſs einer der Aufseher bei den Rollen, aus Versehen mit der Hand das hineingehende Seil statt des herauskommenden gefaſst, und sogleich zwei Finger verloren habe. Ungeachtet dieses Aufenthalts stand die Säule in 54 Minuten an ihrem Orte, nachdem sie erst so hoch gehoben war, daſs man den Wagen, auf welchem das untere Ende geruht hatte, fortziehen konnte. Erstaunlich kühn und imposant nahm sich die ungeheure Masse aus, als sie frei hing, und allmählig auf die Base herabgelassen wurde. In eine kleine Vertiefung der Granit-Platte, welche die bronzene Base füllte, legte man zuvor eine Denkmünze, die hoffentlich lange von der übrigen Welt geschieden sein wird.

9.
S. Ware's Project zum Tunnel in London.

(Aus dem Englischen übersetzt vom Königl. Land- und Wegebaumeister Herrn *F. L. Simon* zu Wetzlar.)

Vorbemerkung des Übersetzers.

Als ich mich im April 1825 in London aufhielt, war man gerade beschäftigt, die Strafse unter der Themse hindurch, nach dem Project des Herrn Brunel (Taf. III. Fig. 2.) zu bauen. Man hatte einen Schacht $43\frac{1}{2}$ Fufs im Lichten weit, von Ziegeln, einige funfzig Fufs tief gesenkt und errichtete eine Dampfmaschine zur Herausschaffung des Grundwassers.

Wie ich vernahm, sollte der Tunnel aus zwei nebeneinander liegenden gewölbten Gängen bestehen, von $35\frac{1}{2}$ Fufs breit, 21 Fufs hoch und 1300 Fufs lang. Er wird etwas unterhalb des Towers gebaut und soll ganz von Ziegeln gemauert werden. Damit das kostspielige Werk sicherer gelinge, bedient sich Herr Brunel eines eisernen Kastens, so grofs als der Querschnitt des Tunnels, welcher der Höhe nach in vier, und der Länge nach in neun, also in 36 Fächer getheilt ist, in deren jedem Ein Mann arbeiten kann. In der Vorderwand des Kastens befinden sich Klappen, durch welche das dahinter liegende Erdreich herausgenommen wird.

Man hat bis jetzt nur Thon, Sand und Lehm angetroffen, welche, wie Herr Brunel in seinem Bericht sagt, dem Wasser undurchdringlich sein würden.

Die Erfahrung hat das Gegentheil gelehrt. Das Wassser ist mehreremal durchgebrochen, und zwar einzig und allein, weil die Erdschicht von 15 Fufs dick, die man über dem Bauwerke hatte stehen lassen, zu schwach gewesen ist. Der eiserne Kasten und zugleich das Bauwerk, beides gleichzeitig vorschreitend, sollten 3 Fufs täglich vorrücken, allein wie ich vor kurzem gehört habe, mufste man sich, unvorhergesehener Schwierigkeiten wegen, mit 1 Fufs und noch weniger täglich begnügen. Man arbeitete bei Gaslicht. Die Dampfmaschine, von 30 Pferden Kraft, setzte

4 Pumpen in Bewegung, und trieb noch andere Vorrichtungen zur Herausschaffung der Erde und Herbeiführung der Materialien. Im April 1825 war über diesen merkwürdigen Bau noch nichts vom Herrn Brunel im Druck erschienen, wohl aber kam mir folgendes Project vom Architecten S. Ware zur Hand, und da ich dasselbe für nicht uninteressant halte, zumal Herr Ware von mehreren früheren Unternehmungen dieser Art spricht, so gebe ich von dessen Aufsatz hier die Übersetzung, für welche ich um Nachsicht bitte.

Entwurf des Herrn S. Ware zu einer öffentlichen Strafse unter der Themse hindurch, von der Ostseite des Towers nahe an der Irongate-Treppe, nach der entgegengesetzten Seite des Flusses, nahe an der Harsleydowe-Treppe.

Der Fahrweg soll 28 Fufs, die Fufssteige sollen 14 Fufs, der ganze Bogengang also 42 Fufs breit, 18 Fufs im Lichten und 21 Fufs von Bogen zu Bogen hoch werden (Taf. II. Fig. 2. u. 3. und Taf. III. Fig. 3. u. 4.).

Die einzelnen Abschnitte des folgenden Kosten-Anschlages geben zugleich die Bau-Art des Bogenganges an.

An Entschädigungskosten für Terrain und Gebäude auf der Nord- und Südseite des Flusses, zu den Zugängen, desgleichen für Fangdämme, in zehn aufeinander folgenden Abschnitten oder Wendungen, zur Abhaltung des Wassers, ferner für Verstrebung des Erdreichs*).

Für Dampfmaschinen, um den Grund innerhalb der Fangdämme trocken zu erhalten, und das Wasser, falls es nöthig sein sollte, vom Bau abzuleiten.

Für Ausgrabung der Erde im Bette des Flusses, Behufs des Bogenganges und seiner Zugänge.

Für Herausschaffung der überflüssigen Erde; ferner Thon einzubringen, damit stellenweise auszufüllen und zu ebnen, 2 Fufs dick über dem Scheitel des Gewölbes; für Steine aus dem Bruche bei Yorkshire zur Erbauung des Bogenganges, so wie für die Mauern der Zugänge nebst den Dämmen; ferner für das Einrammen der Pfähle, wie es die Umstände erfordern.

Für das Zuhauen der Gewölbsteine zu den obern und untern Bögen.

---

*) Herr S. Ware gedachte also die Baustelle theilweise mit Fangdämmen zu umgeben, das Wasser auszuschöpfen und den Tunnel, stückweise, im Trocknen aufzumauern. Anm. d. Herausg.

Für das Verschalen der Gewölbe mit Bleiplatten, auf jeden Fuſs Oberfläche 10 Pfund gerechnet.

Für Bekleidung des obern Bogens von Ziegeln, auſserhalb mit Ziegeln in Cement.

Für das Aufreiſsen der Bögen nach ihren Mittelpuncten.

Für Formirung des Weges und Chaussirung desselben mit Kies; auf 20 Fuſs Länge erhält derselbe 1 Fuſs Steigung.

Für Wasser-Abzüge, Röhren, Fuſssteige und Lampen.

Für Dämme, andere Mauern und Brustwehren an den Zugängen *).

Für die Auſsenseiten der Eingänge des Bogenganges, und für die Zollhäuser.

Vorbenannte Arbeiten werden geschätzt auf die Summe zon 250,000 Pfund Sterl.

Geld-Vortheile.

Ein geringer Theil des Einkommens **) von der Passage über die London-Brücke, nach dem Zoll-Tarif der Southwarks geschätzt, würde mehr als hinreichend sein, die Kosten dieses Bogenganges zu ersetzen.

Die Abgaben von den Materialien der Gebäude, welche wahrscheinlich errichtet werden, nebst den Kosten der Baustellen an den Straſsen nach und durch den niedrigen Paſs nach Deptford, in Communication mit dem Kent-Wege, können bei einer solchen Verbindung der beiden Ufer-Seiten der Themse groſsen Einfluſs auf die Einkünfte der Regierung ha-

*) Diese Art von Zugängen ist bei einem Wege, welcher von einer Brücke ausgeht, sehr wohl anwendbar und wohlfeil, indem sich die Kosten für Entschädigung der Gebäude, Baustellen, und für das, was durch diese geneigte Ebene beschädigt wird, vermindern; auch ist diese Art Zugänge bequem, da der Fuſs der geneigten Fläche mit dem Flusse gleich hoch liegt.

**) Es passiren im Durchschnitt täglich	Über die London-Brücke.	Über die Black-friars-Brücke.	Über die West-minster-Brücke.	Mittelzahl.	Bezahlen C.	Summa	
						Pf. St.	Sh.
Fuſsgänger	89,640	61,069	37,820	62,843	1	261	17
Wagen	769	533	173	492	12	24	12
Karren und Schleifwagen	2,924	1,502	963	1,796	8	59	17
Kutschen	1,240	990	1,171	1,133	9	42	9
Gips- und Taxed-Karren	485	500	569	518	4	8	12
Pferde, nicht im Zuge .	764	522	615	633	$1\frac{1}{2}$	3	19
						401	

Siehe *Month. Mag. March*, 1816, und *Morn. Chron.* 26. 1812.
400 Pf. Sterl. jeden Tag, macht jährlich 146,000 Pf. Sterl.

ben, und würden die Ausgaben für diesen Bogengang wahrscheinlich mehr als hinreichend decken.

Der Gewinn an Zeit und die Schonung von Wagen, Pferden und Menschen, welche, so lange der Tunnel nicht da ist, die London-Brücke passiren, oder in Booten über den Fluſs setzen müssen, wäre schon ein hinlänglicher Ersatz für die am Eingange des Bogenganges zu zahlenden Zölle.

Die Wagen und Fuſsgänger, welche diesen Bogengang passiren werden, sind diejenigen, welche von den anliegenden Straſsen der Stadt kommen, ferner diejenigen, welche nach oder durch Surrey gehen, und die von den Ost- West- und London-Docks; ferner die von der Commercialstraſse der Grafschaften Hertfort, Cambridge, Norfolk, Suffolk und Essex kommen, so wie auch diejenigen, welche von den Grafschaften Surrey und Kent nach den oben genannten Orten gehen.

Da durch diesen Bogengang die Passage auf der neuen London-Brücke vermindert werden wird, so kann diese Brücke künftig schmaler und wohlfeiler sein.

Vortheile in politischer Rücksicht.

Die Verbindung mit den Gebäuden der Regierung, der Münze, der Trinita, dem Zollhause und dem Tower wird durch diese Straſse erleichtert. Es können Soldaten, Waffen, Lebensmittel u. s. w. nach dem nördlichen und östlichen Theile von London, nach dem Tower, nach und von Woolwich, Chatham und Sheernes durch diesen Bogengang schneller gebracht werden.

Auch kann der Bogengang insbesondere einen militärischen Durchgang gewähren, indem man vom Tower einen besondern Weg nach demselben zu führen beabsichtigt.

Bemerkungen.

Wenn man die groſsen Vortheile erwägt, welche in zahlreich bevölkerten Städten eine die Schiffahrt nicht unterbrechende Verbindung der Ufer eines Flusses für Fuſsgänger, Wagen und Pferde hat, so ist es auffallend, daſs die ältere Geschichte nur einer einzigen solchen Verbindung erwähnt, nemlich der zur Zeit der Semiramis zu Babylon erbauten Passage unter den Euphrat hindurch. Die Nachrichten Diodor's von Sicilien hierüber lauten ungefähr wie folgt.

„In der niedrigen Gegend von Babylon lieſs Semiramis einen

viereckigen Behälter, 35 Fuſs tief und jede Seite 300 Stadien *) lang, bauen, in welchen sie das Wasser des Euphrat zu leiten befahl. Die Einfassungen des Behälters waren aus Ziegeln gemacht die in Cement von Bergharz **) gelegt waren. Durch das auf diese Weise trocken gelegte Fluſsbett lieſs sie nun einen gewölbten Gang von einem Palaste zum andern bauen. Das Gewölbe war vier Cubits †) dick aus festen und starken Ziegeln ††), verfertigt, die auf zwei Seiten mit Bergharz beworfen waren. Die Mauern, welche den Bogen trugen, waren 20 Ziegel dick und 12 Fuſs vom Fuſsboden bis zum Anfange des Gewölbes hoch, die Breite des ganzen Durchganges betrug 15 Fuſs. In 260 Tagen wurde dieses Werk vollendet und hernach der Fluſs wieder in sein altes Bette zurückgeleitet, so daſs also Semiramis unter den Fluſs hindurch, in Geheim von einem Palaste zum andern gehen konnte. Sie lieſs ferner die beiden Zugänge dieses Weges mit Gittern von Erz versehen, welche noch zur Zeit der

*) Strabo (*lib. XVI. pag.* 738.) giebt die Breite des Euphrats auf Ein Stadium an, welches gewöhnlich $\frac{1}{8}$ Englische Meile oder 660 Fuſs geschätzt wird. Nach Gosselin gab es zwei verschiedene Stadien, eins, des Herodot, das kurze Stadium genannt, von ungefähr 329 Fuſs Englisch, das andere, des Archimedes, ungefähr von 438 Fuſs Englisch. Ctesias, aus welchem Diodor seine Angaben schöpft, bediente sich des Stadiums des Archimedes, Herodot des kürzeren Stadiums. Auf diese Weise ist die Verschiedenheit der Angaben des Herodot und Ctesias in Betreff der Mauern von Babylon zu erklären.

**) Dr. Hulme (*Archaeologia Vol. XIV. pag.* 57.) untersuchte den an einem aus Babylon gebrachten Stein anhängenden Mörtel, und fand, daſs er aus Bergharz bestehe.

†) Ein Königlicher Cubit zu Babylon hält nach Romé de Lille $22\frac{1}{5}$ Englische Zolle.

††) In dem Brittischen Museo zu London befindet sich ein Mauerziegel, welcher aus den Ruinen des alten Babylon herstammen soll. Dr. Hulme beschreibt denselben in der *Archaeologia Vol. XIV. pag.* 55., und sagt, er sei $13\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, 3 Zoll dick und 38 Pfund 11 Unzen Avoir-du-poids schwer. Er untersuchte das Material desselben, und fand, daſs es reiner Lehm sei, nicht im Feuer gebrannt. Dr. Herley, in demselben Bande Seite 205., entziffert dessen Aufschrift: ein Ziegel an der Sonne getrocknet.

Pockoke maſs einige der Ziegel von der Pyramide zu Saccara, gebaut zur Zeit des Königs Asychis, und fand einige $13\frac{1}{2}$ Zoll lang, $6\frac{1}{2}$ Zoll breit und 4 Zoll dick, andere 15 Zoll lang, 7 Zoll breit und $4\frac{1}{4}$ Zoll dick.

In Rennels *Geo. Sys. of Herod. Section* 14. *pag.* 356. findet man folgende Bemerkung: Diodor beschreibt einen gewölbten Gang unter dem Bette des Euphrats, vermittelst dessen die Königin Semiramis von einem ihrer Paläste zum andern, die auf verschiedenen Seiten des Flusses lagen, gelangen konnte. Der Fluſs war, ohne Anschwellung, Ein Stadium breit, was mit Strabo, Seite 738., übereinstimmt. Hieraus sieht man, daſs die Paläste sehr nahe an dem Flusse gelegen haben müssen.

persischen Könige, der Nachfolger des Cyrus, vorhanden gewesen sein sollen*).

Im Jahre 1798 wurde ein gewölbter Gang, 900 Ellen lang, zur Passage unter der Themse entworfen, um Tilburg und Essex mit Gravesand und Kent zu verbinden. Die Kosten wurden auf 15,955 Pfund Sterling berechnet. Es fanden sich Unternehmer dazu, welche schon Dampfmaschinen, nebst Gebäude dazu, hatten erbauen und auch einen Schacht 126 Fufs tief senken lassen, als zufällig das Dampfmaschinen-Haus in Brand gerieth, und deshalb das ganze Unternehmen unterblieb.

Im Jahre 1805 erliefs das Parlament ein Decret (45. G. 3. Cap. CXVII.), nach welchem ein gewölbter Gang unter der Themse bei Old-horse-ferry (Alt-Hufeisen), etwa $2\frac{3}{4}$ Meilen unterhalb der London-Brücke, für 140,000 Pfund erbaut werden sollte. Man bewilligte sogar noch eine Zulage von 60,000 Pf., also 200,000 Pf. Sterl. zu diesem Vorhaben. Unter der Leitung des Herrn Trevetheck, eines Mineurs, wurde auch ein Schacht, 76 Fufs tief gesenkt und hernach ein Treibschacht, 5 Fufs hoch, 3 Fufs unten und $2\frac{1}{2}$ Fufs oben breit, gebaut; als man aber 1011 Fufs vom südlichen Ufer ab, unter dem Bette der Themse damit vorgerückt war, drang Sand und Wasser auf die Arbeiter ein, und das Unternehmen mufste aufgegeben werden. Nach Verlauf dieser Zeit wurden die Befehle des Decrets unkräftig. Im Jahre 1809 wurde öffentlich bekannt gemacht, dafs die Direction wiederum wünsche, mit diesem Unternehmen vorzuschreiten und sich Entwürfe erbitte; es wurden eine Prämie von 200 Pf. Sterl. für das angenommene Project, und noch aufserdem 300 Pf. Sterl. für die Ausführung desselben festgesetzt. Indessen hat das Unternehmen seit dieser Zeit geruht. Kürzlich erschien eine kleine Schrift unter dem Titel: *A new Plan of tunnelling, calculated for opening a Road-way under the Thames by* M. F. Brunel *Esq.*, mit dem Antrage, den Entwurf ins Werk zu führen und ein Capital von ...... Pf. Sterl. in übertragbaren Actien zu 100 Pf. zu diesem Zwecke zu beziehen.

---

*) Im Jahre 1800, als ein Tunnel (gewölbter Gang) unter der Themse, länger als eine halbe Meile, bei Gravesand gebaut werden sollte, unterliefs man nicht, der Maafse des Tunnels unter dem Euphrat, zur Zeit der Semiramis erbaut, zu erwähnen. Dieser war nur 500 Fufs lang und hatte also ungefähr $\frac{1}{5}$ der Länge des Tunnels unter der Themse. Der Tunnel unter dem Euphrat soll 15 Fufs breit und 12 Fufs bis zu den Gewölben, vielleicht 20 Fufs im Ganzen, hoch gewesen sein. Die Zugänge zu demselben waren mit bronzenen Gittern versperrt. Diodor (*lib. II. c. 1.*) giebt die Breite des Euphrats zu 5 Stadien an*). Der Euphrat mufs wahrscheinlich aus seinem Bette getreten gewesen sein, als Diodor die Breite desselben mafs. Herodot spricht von keinem Tunnel, sondern sagt, dafs der Flufs nach der Seite abgeleitet wurde, um eine Brücke zu bauen. Diodor beschreibt ebenfalls eine Brücke. Die Erzählung der beiden Geschichtschreiber von der Ableitung des Flusses während des Baues ist offenbar sehr abgeschmackt. Nach ihnen wurde das Wasser in ein grofses Reservoir geleitet, anstatt dasselbe, auf eine natürliche Weise, in einem Canale, von dem Bau im Flusse hinweg, nach einem niedrigern Theile des alten Bettes zu führen.

---

*) Diodor sagt blofs, dafs die Brücke, zur Zeit der Semiramis erbaut, 5 Stadien lang gewesen sei. Die Brücken waren häufig fünfmal so lang als der Flufs breit.

Herr Brunel beschreibt sein Project folgendermaſsen.

Das Princip ist, daſs nicht eher mehr Erde weggeräumt werden darf, bis sie durch den fortschreitenden Bogengang ersetzt ist, so daſs die umgebende Erdmasse ihren natürlichen Zustand der Dichtigkeit und Festigkeit behalten wird. Herr Brunel sagt, die Aushöhlung solle 34 Fuſs weit und 18 Fuſs hoch in den äuſseren Abmessungen werden und durch 33 *) Treibgänge, wie oben bemerkt, gemacht werden, in welcher 33 Mann gleichzeitig arbeiten sollen; täglich solle 3 Fuſs weiter gegraben und zugleich eben eine solche Strecke Bogengang gemauert werden. Der Gang solle durch eine Erdschicht getrieben werden, die wie Herr Brunel glaubt nicht durchbrochen werden könne, da sie über dem Scheitel des Gewölbes 12 bis 17 Fuſs hoch liege und die, wie er erwartet, gänzlich unzerstörbar sein werde.

Die Bau-Art des Herrn Dodd zu Gravesand, so wie die des Herrn Vazie zu Rotherhithe und die des Herrn Brunel, besteht also in einer Aushöhlung oder Untergrabung.

Es sind noch andere Vorschläge gemacht worden, nemlich durch Bagger-Maschinen im Bette des Flusses einen Canal auszugraben, und darin Kästen mit den Gewölben zu versenken, welche, nachdem sie gut mit einander verbunden worden, durchbrochen werden könnten. Ferner: breite eiserne Cylinder oder Kasten, von der Form des verlangten Bogenganges, zu versenken, die mit beliebiger Bewegung, Verkleidung und Schluſsverbindung, einer nach dem andern, an starken eisernen Ankerketten in den ausgebaggerten Canal gelegt werden sollten, wobei man sogar vorschlug, die genaue Verbindung der einzelnen Stücke mit Hülfe von Taucherglocken herzustellen. Dergleichen Entwürfe sind jedoch sehr kühn und wohl nur bei sehr kleinen Durchgängen unter Flüssen ausführbar. Die scheinbare Wohlfeilheit eines solchen Verfahrens kann Unternehmer anlokken; allein man kann versichert sein, daſs man auf diese Weise keinen trockenen und sichern Durchgang unter der Themse hindurch für Leute und Wagen erhalten wird.

Das Verfahren der Semiramis war einfach im Entwurf, und sicher in der Ausführung. Wasserhaltende Canäle, wie z. B. Wasserleitungen über Flüsse, sind häufig, und es ist kein Zweifel, daſs ein Bogengang wie der beschriebene **), wenn er in der freien Luft gemauert wird, während man das Wasser durch Fangedämme abhält, ausführbar sei, und daſs man einen vollkommen trockenen Durchgang für Fuſsgänger und Wagen zu Stande bringen könne.

---

*) Ein Theil der Angaben in der Vorbemerkung ist mir von einem Freunde mitgetheilt worden, der vor einiger Zeit aus London kam. Anm. d. Übers.

**) Nachstehende Angaben Diodors zeigen, welche Sorgfalt man bei den hängenden Gärten des Nebucadnezar zu Babylon anwendete, um die darunter befindlichen Zimmer trocken zu erhalten. Die Mauern wurden mit Steinen, 16 Fuſs lang und 4 Fuſs breit, bedeckt; darauf wurden eine Lage Rohr mit Schwefel übergossen, dann eine doppelte Lage Ziegel mit Cement überzogen, und darüber wurden noch bleierne Platten gelegt.

In neueren Zeiten bediente man sich eines wohlfeileren Verfahrens, als das der Semiramis; diese liefs nemlich einen Canal zur Aufnahme des Wassers bauen; eben so auch Trajan, der, um über die Donau eine Brücke zu schlagen, den Flufs durch einen Canal ableiten liefs. Wir haben vor kurzem gesehen, dafs die Fundamente der Waterloo- und Southwarks-Brücke im Bette der Themse zwischen Fangedämmen, welche dienten den Raum den sie einschliefsen vom Wasser frei zu erhalten, und wobei die Dampfmaschinen von wesentlichem Nutzen waren, im Trocknen gemauert wurden.

Auf ähnliche Weise könnte man einen Bogengang von den gehörigen Abmessungen unter einem Flusse bauen, mit nicht mehr Unterbrechung für die Schiffahrt auf der Themse, als ein Schiff verursachen würde, welches quer über den Flufs fahrend auf einen Pfahl stiefse und deshalb einige Monate liegen bleiben müfste *).

Nachdem der obige Entwurf gemacht war, erschien eine Bekanntmachung der Absicht, beim Parlament um die Erlaubnifs anzuhalten, eine eiserne Kettenbrücke über die Themse von einem Theile des Kirchspiels St. Batolph, Aldgate nach einem Theile von St. Mary, Bermondsey errichten zu dürfen, so hoch, dafs die Schiffe bei der Fluth, ohne die Masten niederzulegen, darunter wegfahren könnten.

Alle diese wiederholten Bemühungen, einen Weg durch die Themse ostwärts von der London-Brücke zu erhalten, nebst der Thatsache, dafs die London-Brücke in der Mittagszeit wegen des Gedränges von Menschen kaum zu passiren ist, beweisen, dafs eine Verbindung der beiden Ufer der Themse an dieser Stelle schlechterdings nothwendig ist. Es kommt hierbei auf folgende Fragen an: 1) Welche Bau-Art ist die beste? 2) Wie kann der Bau mit Sicherheit ausgeführt werden? 3) Welche ist die beste Stelle für den Übergang? 4) Ist ein solches Bauwerk an dieser Stelle nicht von solcher politischen Bedeutung, dafs der Staat, da ihm die Ausführung zugleich noch durch den Grundbesitz der nördlichen Zugänge erleichtert wird, die Arbeit unternehmen und dann den öffentlichen Gebrauch gegen einen Zoll, nach dem Verhältnifs der Benutzung, gestatten könnte? 5) Sollten etwa bei Errichtung der neuen London-Brücke die nöthigen Fangedämme, um dem hohen Wasser zu widerstehen, von einer solchen Breite sein müssen, dafs sie eine Anschwellung des Flusses und eine Vertiefung des Stromstrichs verursachen könnten, wodurch die jetzige Brücke zerstört oder unzugänglich gemacht würde? Die alte Brücke wird nemlich so lange bleiben müssen, bis die neue errichtet ist, und müfste dann ein solcher Weg nicht eine grofse Erleichterung für die Southwarks-Brücke sein, bis eine Nothbrücke hinzugefügt ist? Wenn man die Mittel und Kosten des Baues der neuen London-Brücke **) vergleicht, hat dieses Unternehmen dann nicht den Vorzug?

Am 1sten December 1823. Samuel Ware.

*) Wahrscheinlich eine Anspielung auf einen solchen Vorfall. Anm. d. Übers.

**) Man sehe *Journal of science Roy. Instit. No.* 29., 30. und 31. 1823. und *Tracts on Vaults and Bridges* 1822.

10.

Anweisung zur Verfertigung der Artesischen Brunnen.

(Aus der zweiten Auflage der gekrönten Preisschrift des Hrn. F. Garnier gezogen.)

(Vom Hrn. Dr. *Dietlein*, Lehrer an der Königl. Bau-Academie zu Berlin) *).

Bericht des Herrn Vicomte Hericart de Thury über die dem (Pariser) Vereine zur Beförderung des Gewerbfleifses zur Preisbewerbung vorgelegten Abhandlungen über die Verfertigung Artesischer Brunnen; Namens des damit beauftragten Ausschusses **).

Der Verein hatte am 22sten September 1818 zwei Preise von 3000 und 1500 Franken für die beste, elementare und practische Anweisung zur Verfertigung Artesischer Brunnen vermittelst des Erdbohrers, auf 25 bis 100 Meter und wo möglich noch tiefer, ausgesetzt.

Die Preisbewerber sollten, auf den Grund beglaubigter Verhandlungen über wirklich und mit günstigem Erfolge ausgeführte Arbeiten, über folgende Puncte Aufschlufs geben:

1. Unter welchen örtlichen Umständen können Artesische Brunnen mit Vortheil verfertigt werden? Hier sollten Querschnitte der Terrains und der darin ausgeführten Brunnen beigefügt werden.

2. Wodurch kann man sich bestimmen lassen, solche Brunnen da anzulegen, wo sie noch nicht bekannt sind?

3. Unter welchen örtlichen Umständen lassen sich Artesische Brunnen nicht anlegen; und aus welchen Gründen?

---

*) Dieser Auszug aus der trefflichen Schrift des Herrn F. Garnier wird die im vorigen Hefte (S. 88.) versprochene nähere Übersicht des Verfahrens, Artesische Brunnen zu verfertigen, gewähren. Das Journal wird noch ferner auf diesen Gegenstand zurückkommen. Anm. d. Herausg.

**) Dieser Ausschufs bestand aus zwei Abtheilungen, die eine vorzugsweise für den Ackerbau, die andere für das Maschinenwesen. Zu der ersten gehörten die Herren Bosc, Huzard, Tessier und Silvestre; zu der andern die Herren Francoeur, Hachette, Régnier, Baillet und Hericart de Thury.

4. Wie grofs sind vergleichungsweise die Baukosten in verschiedenen Terrains, nach Verhältnifs der Tiefe?

5. Welche Unglücksfälle und Übelstände können bei der Anlage solcher Brunnen vorkommen, und welche Mittel lassen sich dagegen anwenden?

Aufserdem war den Preisbewerbern zur Bedingung gemacht, dafs sie ihren Aufsätzen eine ins Einzelne gehende Beschreibung der Erdbohrer und der zugehörigen Rüstungen, u. s. w., begleitet von Grundrissen, Ansichten und Durchschnitten, nach vorgeschriebenen Maafsstäben, beifügen sollten.

Endlich hatte der Verein bestimmt, dafs die Abhandlungen bis zum 1sten Mai 1821 angenommen, und dafs über die Vertheilung der Preise bei der allgemeinen Versammlung im Julius desselben Jahres entschieden werden sollte.

Es sind drei Abhandlungen eingegangen.

(Nr. 1. und Nr. 2. sind nicht genügend befunden).

Die Abhandlung (No. 3.), zu welcher neunzehn Blätter Zeichnungen gehören, ist überschrieben: Über die Aufsuchung unterirdischer Quellen durch den Erdbohrer und über die Artesischen Brunnen; oder Abhandlung über die verschiedene Art von Boden, in welchen man nach unterirdischen Quellen suchen kann, und über das Verfahren, einen Theil des gefundenen Wassers vermittelst des Erdbohrers zu Tage zu fördern; mit dem Motto:

„Ich wünsche eben so sehr, dafs die hier entwickelte Theorie strengen Prüfungen unterworfen werde, als dafs recht viele Beobachtungen angestellt werden mögen, um die hier mitgetheilten zu berichtigen und zu vervollständigen, und die Theorie dadurch besser zu begründen oder sie näher zu erläutern."

Man bemerkt sehr bald, dafs der Verfasser in der Theorie und Ausübung bewandert ist, den Gebrauch des Erdbohrers vollkommen kennt, und alles was sich auf seinen Gegenstand bezieht reiflich durchdacht hat.

Bei der glücklichen Art, wie der Verfasser die schon umfassend gestellte Aufgabe noch umfassender gelöset hat, kann man nur zufrieden damit sein, dafs er nicht strenger auf dem vorgeschriebenen Wege geblieben ist; und der Ausschufs freut sich, sagen zu können, dafs der Verfasser mehr, sogar viel mehr geleistet hat, als von den Preisbewerbern verlangt worden. Er hat nicht allein alle Bedingungen erfüllt und alle Fragen trefflich

beantwortet, sondern auch noch eine Menge wichtiger, gröfstentheils neuer oder weniger bekannter Einzelnheiten angegeben, wozu eben so zeitraubende als schwierige, vielleicht sogar kostbare Untersuchungen nöthig gewesen sein müssen.

Wir wollen versuchen, eine Übersicht dieser bedeutenden Arbeit zu geben: einer der wichtigsten die bis jetzt dem Vereine vorgelegt sind.

Der Verfasser fängt die Einleitung seiner Abhandlung mit der Bemerkung an, dafs es, um anzugeben, wo und wie sich vermittelst des Erdbohrers unterirdische Quellen aufsuchen und zu Tage bringen lassen, nothwendig sei, die Aufgabe zuvor theoretisch zu untersuchen. Es komme auf die Beantwortung folgender Fragen an:

1. Unter welchen örtlichen Umständen und nach welchen geologischen Zeichen darf man nach unterirdischen Quellen suchen?

2. Welche Arbeiten sind nöthig um das Quellwasser bis zu Tage, oder doch bis auf einige Meter unter die Oberfläche des Bodens zu fördern?

Die Beantwortung der ersten, etwas weitläufigen Frage mufste in zwei Unter-Abtheilungen gebracht werden. In der einen beschäftigt sich der Verfasser mit dem, was geologisch über die angebohrten Stellen zu bemerken ist; in der andern mit den Rücksichten, welche man zu nehmen hat, ehe man Bohrversuche nach gutem weichen Wasser anstellt. Diese Theilung ist um so nützlicher, da zuvörderst die Ergebnisse der bereits geschehenen Bohrungen berücksichtigt werden müssen. Man siehet, dafs es, weil die Geologie nur dann Fortschritte machen kann, wenn man auf sorgfältig angestellte Beobachtungen von Thatsachen Schlüsse gründet, zur Aufstellung von Grundsätzen für die Aufsuchung unterirdischer Quellen zunächst darauf ankommt, die Thatsachen zu kennen, auf welchen sie beruhen.

Der Verfasser macht indessen darauf aufmerksam, dafs es nicht wohl möglich sein möchte, die aufgestellten Fragen mit mathematischer Schärfe zu lösen. Er bemerkt, dafs diese in dem Bereich der Naturkunde liegende Aufgabe nicht so scharf als eine rein-mathematische gelöset werden könne „deren entfernteste Folgerungen eben so gewifs sind, als die Sätze selbst, auf welchen sie beruhen," wie Laplace so treffend in seinem „*Essai philosophique sur les probabilités*" sagt. Obgleich nun die Folgerungen aus geologischen Thatsachen nur bald mehr bald minder Wahrscheinlichkeit der Gewifsheit haben können, weil sie nur auf Erscheinungen beruhen, die mit unter sehr von einander abweichen; so

darf man doch annehmen, dafs man den gewünschten Zweck erreicht und den Forderungen in geologischer Hinsicht Genüge geleistet habe, wenn viele Ereignisse übereintreffen. In diesem Sinne glaubt der Verfasser den Absichten des Vereins entsprochen zu haben.

Daher (sagt der Verfasser) soll zuvörderst die geologische Beschaffenheit der Gegend, wo Untersuchungen der fraglichen Art angestellt werden dürfen, geschildert werden, und darauf mögen die Grundzüge des beim Brunnenbohren zu beobachtenden Verfahrens, je nach der Art der Bestandtheile, der natürlichen Beschaffenheit und der Lage der Oberfläche, und der untern Schichten folgen.

Die Abhandlung zerfällt nun in vier Abschnitte, alle von dem gröfsten Interesse. Der Ausschufs hält das Ganze für die vollständigste Abhandlung über die Verfertigung von Brunnen vermittelst des Erdbohrers.

Der erste Abschnitt handelt von den in der Gegend von Bethune zur Aufsuchung von unterirdischen Quellen gemachten Bohrversuchen, als erstem Beispiele. Der Verfasser beschreibt die Beschaffenheit der dortigen wasserhaltenden Terrains. Er zeigt, warum man, auf der Grenze zwischen dem dortigen Ober- und Unterlande, Wasser, welches in Brunnen zu Tage steigt, suchen dürfe; darauf bemerkt er, dafs man auch in den Thalgründen des Oberlandes mit Hoffnung auf Erfolg nach springendem Wasser bohren könne; sodann entwickelt er die Gründe, warum das Bohren stets bis in Schichten kreideartigen Kalksteins fortgesetzt werden mufs, und führt mehrere Erfahrungen an, um zu beweisen, dafs die unterirdischen Gewässer des Oberlandes nach dem Niederlande zu fallen.

Die Entwicklung dieser Einzelnheiten führt den Verfasser natürlich auf die Untersuchung der geologischen Beschaffenheit des Departements Pas-de-Calais, von welchem er auf dem ersten Blatte seiner Zeichnungen eine Carte giebt, in welcher die Grenzen der verschiedenen Boden-Formationen angegeben sind. Auf den folgenden Blättern finden sich Terrain-Durchschnitte, um genaue und bestimmte Vorstellungen über die springenden Brunnen zu erhalten. Nun sucht der Verfasser zu beweisen, dafs die Grundsätze, welche er aus den Beobachtungen im Departement Pas-de-Calais abgeleitet hat, allgemein gemacht werden können. Zu diesem Ende bemerkt er, dafs die springenden Brunnen in der Gegend von Boston in Amerika, eben wie die im Dep. Pas-de-Calais ihr Wasser aus kreidartigem Kalkstein erhalten, und dafs ähnliche, zu Sheerness in England,

beim Zusammenflusse der **Medway** und der **Themse** ausgeführte Arbeiten bewiesen haben, dafs der 350 Fufs tief auf Schichten von Thon folgende kreideartige Kalkstein sehr reines und klares Wasser enthielt.

Hierauf spricht der Verfasser von der Ungesundheit der zwischen Thonlagen befindlichen Gewässer, und von den Übelständen ihrer Vermischung mit dem Wasser des kreideartigen Kalksteins. Nachdem er auf solche Weise aus Thatsachen die Gründe abgeleitet hat, warum man unterirdische Gewässer nur in den Kreide-Kalk-Formationen suchen dürfe, fügt er hinzu, dafs für Brunnen, in welchen das Wasser von selbst in die Höhe steigen soll, keine andere Gebirgs-Art so vortheilhaft sei, als der Kalkstein.

Daraus folgt, dafs man nicht in Urgebirgen, wie Granit, Gneis, Porphyr, Serpentin u. s. w. bohren dürfe, welche nur wenige und nicht tiefe Spalten haben. Die Erfahrung lehrt, dafs aus solchen Gesteinen das Wasser auf allen Seiten, in geringer Entfernung von der Stelle der Oberfläche, in welche es drang, wieder hervorquillt, während im Kalkstein die Geklüfte nach der Breite und Tiefe weit fortgehen, so dafs das Wasser sich leicht unterhalb der Oberfläche der Thäler verbreiten kann, wo der Boden gewöhnlich aus Thon, Sand, Geschieben und dergleichen bestehet. Eben so wenig darf man in schieferhaltigem Boden nach Wasser bohren, weil der darin befindliche eisenhaltige Kies sich leicht auflöset und dem Wasser Geruch und Geschmack des geschwefelten Wasserstoffgases mittheilt.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit der Untersuchung des Bodens, worin man Brunnen zu bohren gedenkt. Der Verfasser zeigt, dafs man sich, ehe man das Bohren beginnt, eine vollständige Kenntnifs der Beschaffenheit der Oberfläche und des Innern des Bodens verschaffen mufs. Hierauf macht er die wichtige Bemerkung, dafs ein Bohrloch sehr wohl auf eine mit Wasser angefüllte Kluft treffen und dennoch das Wasser nur etliche Meter über seine bisherige Oberfläche steigen kann, obgleich die Kluft durch Zuflüsse von bedeutender Höhe herab stets voll erhalten wird. Hat nemlich das Wasser einen Ausgang nach einem benachbarten Thale, dessen Oberfläche tiefer liegt, so wird es sich im Bohrloche nur auf eine Höhe erheben, die dem Unterschiede der Höhe von zwei Wassersäulen gleich ist, deren eine den hydrostatischen Druck gegen die Thonlage vorstellt, wenn keine Ausmündung vorhanden wäre, und deren andere der Geschwindigkeit in der Ausmündung in einem andern tiefer liegenden

Thale entspricht. Es könnte sogar sein, daſs das Wasser nicht einmal bis zum Bohrloche stiege, nemlich, wenn die Ausmündung in einem benachbarten Thale einerlei Querschnitt mit dem der Klüfte hätte, weil dann keine Hindernisse der Bewegung vom Bohrloche bis zum Thale Statt finden würden.

Auſser dieser Art von Schwierigkeiten, auf welche man bei der Verfertigung Artesischer Brunnen stoſsen kann, hat der Verfasser auch noch andere Umstände angeführt, unter welchen das Bohren erfolglos bleibt: wenn nemlich Kalkstein von gleichförmiger Bildung das Wasser nur wenig oder gar nicht durchläſst. Der Fall, dessen er erwähnt, führt ihn auf die Betrachtung der verschiedenen Theile des Bodens, aus welchem unterirdisches Quellwasser kommen könnte, auf welches man etwa unmittelbar unterhalb einer thonhaltigen Schicht stieſse. Er entwickelt hierauf die Gründe, warum man das Bohrloch in Kreidefelsen so lange vertiefen muſs, bis man eine Veränderung der Beschaffenheit des Bodens bemerkt. Nachdem er hierauf alles Vorgetragene kurz zusammengestellt hat, leitet er aus den Ergebnissen wirklich geschehener Bohrungen die Regel ab: daſs man keine Versuche unterirdische Quellen zu finden anstellen dürfe, wenn nicht die geologische Beschaffenheit der Umgegend mit der in den beiden ersten Capiteln beschriebenen übereinstimmt, weil sonst unter den auf einander folgenden Erdlagen keine sein würde, welche das Wasser durchlieſse, während sie sich zwischen anderen für das Wasser nicht durchdringlichen Lagen befände.

Im dritten Abschnitte giebt der Verfasser von den Erd- (Brunnen-) Bohrern eine Beschreibung, welche vollständiger ist, als alle früheren. Der Brunnenbohrer bestehet, wie der Erd- (Berg-) Bohrer, aus drei Haupttheilen: dem Kopfstücke, dem Schafte und den Bohrstücken. Mehrere andere sogenannte Hülfsstücke dienen zur Handhabung des Bohrers.

Alle Theile des Bohrers, so wie die Winden und übrigen Hülfsstücke zur Bewegung, werden auf eine Weise beschrieben, die nichts zu wünschen übrig läſst. Die Bohrstücke, welche am untern Ende des Schafts angebracht werden, sind in fünf Classen getheilt. Mehrere von diesen Bohrstücken sind neu und früher nicht beschrieben. Da sie uns zweckmäſsig geschienen haben, so haben wir sie sofort für die General-Inspection der Steinbrüche verfertigen lassen, deren Bohrer zu Mustern dienen, wenn Anfragen aus den Provinzen eingehen.

Zur ersten Classe gehören die Bohrstücke für Damm-Erde, oder nicht sehr zähe Thonlagen.

Zur zweiten die für sehr feste Thonlagen oder kreidehaltigen Kalkstein, in welchem das gesuchte Wasser liegen kann.

Zur dritten Classe gehören diejenigen, mit welchen man durch Lagen von Geschieben bohren und die einzelnen Stücke herausziehen kann. Solche Lagen trifft man häufig, und in ziemlich regelmäfsiger Gestalt, in Boden unter welchen sich Kreidefelsen befinden.

Zur vierten Classe gehören die Bohrer für Sandsteine oder andere feste Stein-Arten, auf welche man zuweilen stöfst, und welche durchbohrt werden müssen, weil sie ihrer Mächtigkeit wegen nicht durchgraben werden können.

Zur fünften Classe endlich gehören die Bohrer für Triebsand, dessen Bestandtheile unter einander gar nicht, oder doch nur so wenig zusammenhängen, dafs sie sich vermittelst der ersten Art der Bohrstücke nicht würden zu Tage fördern lassen.

Vierter Abschnitt. Da der Verfasser das dritte Capitel ausschliefslich der vollständigen Beschreibung des Bohrers und der Maschinen zum Aufsuchen unterirdischer Quellen gewidmet hat, so könnte man glauben, dafs er die Arbeiten beim Bohren selbst nur sehr kurz und nur so weit beschreiben würde, als nöthig um die Beschreibung des Bohrers deutlicher zu machen; allein dieses ist nicht der Fall. Der Verfasser hat auch diesen Arbeiten alle Aufmerksamkeit gewidmet und sie im vierten Capitel gründlich beschrieben und beleuchtet. Dieser Abschnitt enthält aufserdem viel schätzbare Einzelnheiten über die Verfertigung und Eintreibung der viereckigen und runden Brunnen-Röhren.

Vorzüglich in diesem Capitel, welches einen wesentlichen Theil des Werkes ausmacht, zeigt sich, dafs der Verfasser mit vorzüglichen theoretischen Kenntnissen grofse practische Erfahrung vereinigt.

Der Abhandlung sind neunzehn *) Blätter, sehr vollständige Zeichnungen beigefügt, welche die Instrumente, Bohrstücke und Maschinen so vollkommen deutlich darstellen, dafs man sie, mit Hülfe der Beschreibung, nach den Zeichnungen verfertigen lassen kann.

---

*) Die 2te Auflage hat 25 Kupfer-Tafeln.

Beschlüsse.

Nach dem Berichte des Ausschusses schlägt der Verwaltungs-Rath des Vereins vor:

1. Den Preis von Dreitausend Franken dem Verfasser des Aufsatzes No. 3. zuzuerkennen, welcher durch den obigen, aus des berühmten Werner Theorie der Bildung der Klüfte genommenen Denkspruch bezeichnet ist.

2. Maafsregeln zu nehmen, um so bald als möglich eine Arbeit bekannt zu machen, deren Ergebnisse kräftig zur Vervollkommnung des Ackerbaues beitragen dürften.

3. Den Betrag des zweiten Preises von Funfzehn hundert Franken, welcher auf die beste Anweisung zur Verfertigung Artesischer Brunnen gesetzt war, zu drei goldenen Medaillen, jede von 500 Franken, zu verwenden, und dieselben denjenigen Grund-Besitzern zuzuerkennen, welche vor 1824, in einer Gegend wo Artesische Brunnen noch nicht vorhanden sind, den Gebrauch derselben zur Bewässerung des meisten Landes, welches jedoch nicht unter 5 Hectaren betragen darf, eingeführt haben.

Diese Vorschläge sind von dem versammelten Verein angenommen worden.

Dem zufolge hat der Präsident des Vereins erklärt, dafs der Preis von Dreitausend Franken, für die beste, elementare und practische Anweisung zur Anlegung Artesischer Brunnen vermittelst des Erdbohrers, dem Verfasser der Abhandlung No. 3., dem Königl. Berg-Ingenieur Herrn *Garnier*, zu Arras im Departement Pas-de-Calais, zuerkannt sei.

Über die Artesischen Brunnen und die verschiedenen Arten von Boden, in welchen man unterirdische Quellen suchen kann.

1. Es kommt darauf an: 1) zu zeigen, unter welchen örtlichen Umständen oder nach welchen geologischen Zeichen man Quellen suchen darf, die noch nicht benutzt wurden; 2) in's Einzelne die Arbeiten zu beschreiben, um solche Quellen bis zu Tage, oder wenigstens bis auf einige Meter unter die Oberfläche des Bodens zu fördern.

2. Da der Gegenstand des ersten Theils der Frage weitläufig ist, so soll sie wieder in zwei Theile zerfällt werden. Zuerst soll beschrieben werden, was zur geologischen Kenntnifs der Örter dient, wo man gebohrte Brunnen angelegt hat; und im zweiten Abschnitte sollen die Grundsätze entwickelt werden, nach welchen zu beurtheilen, ob es wahrscheinlich sei, dafs man gesundes und weiches, unterirdisches Quellwasser finden werde.

Erster Abschnitt.

Bohrungen zur Aufsuchung unterirdischer Quellen in der ehemaligen Provinz Artois.

3. Die ersten Versuche, springende Brunnen anzulegen, scheinen in dem Landstriche angestellt worden zu sein, der gegenwärtig das Dep. Pas-de-Calais bildet, und welcher aus dem ehemaligen Artois, dem Boulonnais, dem Calesischen dem Ardresischen und einem sehr kleinen Theile der Picardie besteht. Wenigstens ist dies die allgemeine Meinung, welche dadurch bestätigt zu werden scheint, dafs man dergleichen in andern Ländern angelegte Brunnen Artesische genannt hat. Zwar sind seit mehr als hundert Jahren die springenden Brunnen in Nieder-Östreich und die gebohrten Brunnen in der Gegend von Modena und Bologna bekannt, so wie der springende Brunnen, welchen Cassini im Fort Urbain hat bohren lassen, dessen Wasser sich funfzehn Fufs über die Oberfläche des Bodens erhob. Indessen scheint das Verfahren, springende Brunnen zu bohren, eigentlich immer nur noch im nördlichen Frankreich näher bekannt zu sein; und erst seit wenigen Jahren hat man in anderen Theilen von Frankreich und in einigen südlichen Grafschaften von England angefangen, unterirdische Quellen vermittelst des Erdbohrers zu suchen. Dafs solche Quellen im Artesischen entdeckt wurden, liegt ohne Zweifel in der Leichtigkeit, womit

sich einige in der Gegend von Béthune (man sehe die Lage dieser Stadt Taf. IV. Fig. 1.) befindliche gegrabene Brunnen haben vertiefen lassen, und darin, dafs hierauf das Wasser bis zur Oberfläche des Bodens gestiegen sein mag. Seitdem hat man gesucht, den Zweck durch weniger kostbare Mittel zu erreichen, und durch Erfindung verschiedener Werkzeuge ist man dahin gekommen, bis in grofse Tiefen zu gelangen. Gegenwärtig bringt man, wenn die Örtlichkeit es erlaubt, aus mehr als Dreihundert Fufs tief, so klares und reines Quellwasser bis zur Oberfläche, dafs man sich in manchen Gegenden fast nur dieses Wassers zu den gewöhnlichsten Bedürfnissen bedient.

4. Betrachtet man die verschiedenen (Taf. IV. Fig. 3. bis 8.) vorgestellten Durchschnitte der gebohrten Stellen in und bei Ardres, Annezin, Choques, Aire, Merville und Blengel (man sehe die Carte Fig. 1.) genau, so siehet man, dafs sich die vermittelst des Erdbohrers zu Tage geförderten Quellen sämmtlich in Klüften von Kreidefelsen befinden, welche von wagerechten Schichten von Damm-Erde, Sand, Geschieben, und mehr oder weniger fettem Thone bedeckt sind. In sämmtlichen, in der Nähe der gedachten Orte gegrabenen Brunnen, haben sich dieselben Schichten und in derselben Ordnung gezeigt, und man hat gefunden, dafs sie immer mächtiger werden, mithin der kreideartige Kalkstein um so tiefer unter der Oberfläche angetroffen wird, je weiter man von Aire, Saint-Venant, Merville u. s. w. nordwestlich gehet. Daraus folgt, das man sich nur sehr wenig von der punctirten Linie $a'b'c'd'$ (Fig. 1.) entfernen dürfe, wenn man ohne bedeutendere Arbeiten springende Brunnen haben will.

5. Betrachtet man die Beschaffenheit des Bodens im Pas-de-Calais geologisch, so ist leicht zu sehen, warum gebohrte Brunnen jenseit der Linie $a'b'c'd'$, schwieriger sind als nahe daran.

Von Doullens aus nach der Linie $nopq$ hin, mit Ausnahme des durch die punctirte durch Landrethun, Colambert, Desvres und Neufchatel gehende Linie eingeschlossenen Theils, welcher von einer viel ältern Bildung ist, besteht nemlich der Boden ganz aus kreideartigem Kalkstein; welcher in mineralogischer Hinsicht dem in der Umgegend von Paris vollkommen gleich und nur eine Fortsetzung desjenigen ist, welcher von dem Sandlager bei Le-Beauce aus, nach allen Richtungen unter der ganzen Normandie, Picardie und Champagne hinstreicht.

Den nemlichen Kalkstein findet man auch zu Tage stehend im Dep. Pas-de-Calais, vorzüglich am Vorgebirge Blanc-Nez (Taf. IV. Fig. 1.), wo man grofse lothrechte Mauern zu erblicken glaubt, in welchen nur unbedeutende Lagerfugen zu bemerken sind. Er enthält fast gar keine Feuersteine, aber viel eisenhaltigen Kies. An andern Orten zeigt sich in den Förderungs-Schachten, dafs das Gestein, welches mineralogisch immer beinahe das nemliche ist, durch Lagen von drusigen, meistens schwärzlich-grauen Hornsteinen, in zwei bis drei Fufs dicke Schichten getheilt ist. Noch an andern Orten haben wir drei bis vier Zoll dicke, gleichartige, mit den gedachten Feuersteinen gleiche Bestandtheile habende Schichten gefunden, welche sich ganz regelmäfsig, ziemlich weit ausbreiten. Der gedachte Kalkstein steht in allen Theilen des Dep. Pas-de-Calais, welche südwestlich von der Linie *a′b′c′d′* liegen, und ziemlich genau nach einer von Nordwest nach Südost laufenden Linie, beinahe zu Tage. Zwischen den am meisten sich erhebenden Hoch-Ebenen liegen unzählige kleine Thäler, welche dem Lande eine hügelige Gestalt geben. Die darüber liegende Damm-Erde ist gewöhnlich nur wenig tief, und der Theil des Departements, welcher gemeinlich das „Hochland" genannt wird, hat im Allgemeinen alle unterscheidenden geologischen Kennzeichen eines Bodens von secondairer Bildung, aus kreideartigem Kalkstein bestehend, dessen Gefüge und Farbe nur wenig wechselt.

Nordwestlich von der punctirten Linie *a′b′c′d′* hat dagegen der Boden äufserlich und innerlich eine ganz andere Beschaffenheit. Man findet von Dünkirchen, Hosbroug, Lille u. s. w. aus eine unübersehliche Ebene, welche nichts Anderes als der Anfang der ungeheuren Strecke flachen Landes von Holland, Nieder-Deutschland und Polen ist. Man trifft in diesem fast ganz wagerechten Landstriche fast keine Art von Felsen an, aus welchem sich auf einen Zusammenhang der Bildung mit der des sogenannten Hochlandes schliefsen liefse. Bei den in solchem Boden, bis nach Gent und Antwerpen zu, angestellten Bohrversuchen, hat man nur wagerechte, mehr oder minder mächtige Lagen von Damm-Erde, Sand, mehr oder minder hartem, öfter kieselhaltigem Thon, in welchem sich jedoch fast immer eisenhaltiger Kies befindet, der am häufigsten in dünnen Lagen vorkommt, gefunden. Diese Lagen, welche, wie man überall wo bedeutend tief gebohrt wurde bemerkt hat, den kreideartigen Kalkstein unmittelbar bedecken, sind daher von neuerer Bildung, bei

welcher die älteren Gebirgs-Arten zerstört wurden, deren Trümmer dann, nachdem sie lange vom Wasser, der ersten Ursache der Zerstörung, mit fortgeführt und angegriffen worden, nachmals ruhig auf dem Boden des Meeres oder aus ungeheuren Landseen sich niedergeschlagen und so die wagerechten Schichten gebildet haben, deren Bestandtheile so eben bezeichnet wurden.

Hieraus siehet man, dafs der Boden neuerer Bildung in der Linie $a'b'c'd'$ anfängt, und dafs diese Linie als die Grenze zwischen dem Hoch- und dem Niederlande angesehen werden kann. Man siehet daraus ferner, dafs die gedachten Lagen, an die Hügel des Hochlandes sich anlehnend, den kreideartigen Kalkstein, welcher von hier an nicht mehr zu Tage kommt, bald mehr bald weniger hoch bedecken. Die Tiefe, in welcher der Kalkstein liegt, nimmt zwar im Allgemeinen zu, je weiter man sich in nordöstlicher Richtung, von der Linie $a'b'c'd'$ entfernt, scheint jedoch, selbst auf geringe Entfernungen, bedeutend verschieden zu sein. Verschiedene Bohrungen bei Béthune zeigen in der That, dafs die Schichten von neuerer Bildung hier nur 70 bis 80 Fufs mächtig sind, während zwei Lieues weiter nördlich, der Kalkstein, den man in der Gegend Mergel nennt (aber uneigentlich, weil sich darin bei der chemischen Zerlegung nur wenige Spuren von Thon-Erde gefunden haben), mehr als 200 Fufs tief unter der Oberfläche liegt, welche beinahe mit der bei Béthune in der Wage ist. Dieselbe Verschiedenheit der Tiefe des Gesteins unter der Oberfläche kommt auch bei Lillers, Aire, St. Omer u. s. w. vor; und die Unebenheiten der Oberfläche des kreideartigen Kalksteinlagers sind an der des Bodens nicht zu erkennen. Dies folgt auch leicht aus der Art der Bildung der obern Erdschichten, welche nur durch Niederschlag geschehen sein kann.

Aus dieser geologischen Beschaffenheit des Departements Pas-de-Calais, ergiebt sich nun leicht, warum man springende Brunnen vorzugsweise in der Nähe der Linie $a'b'c'd'$ anzulegen gesucht hat. Da nemlich nur die wasserdichten Thonlagen zu durchbohren sind, welche unmittelbar auf dem kreideartigen Kalkstein liegen, so mufs man, nahe an dem Durchschnitt der Oberfläche des aufgeschwemmten Bodens und derjenigen der kreideartigen Kalkstein-Hügel, welche das Hochland bilden (dem Abhange des Kalkgebirges), nothwendig in geringer Tiefe auf Kalkstein treffen; wie es die Erfahrung auch bestätiget.

6. Aus dem Vorhergehenden darf man jedoch nicht schliefsen, dafs sich springende Brunnen, oder wenigstens solche, in welchen sich das Wasser bis in die Nähe der Oberfläche der Erde erhebt, nur auf der nordöstlichen Seite der Linie $a'b'c'd'$ bohren liefsen. Da das Wasser, wie man sehen wird, alle Klüfte des kreideartigen Kalksteins ausfüllt, so sind solche Brunnen auch in den Thälern des Hochlandes möglich. So hat man z. B. im Jahre 1820, im Ternoiser Thale, bei Blengel (Taf. IV. Fig. 1.), an drei wenig von einander entfernten Stellen 50, 80 und 110 Fufs tief gebohrt. (Man sehe Taf. IV. Fig. 8.) Das erste Bohrloch gab kein Wasser. Mit dem zweiten konnte man nicht tiefer kommen, weil die Arbeiter, denen es an Übung fehlte, den Bohrer, der zwischen Kiesel gerathen und zerbrochen war, nicht wieder herausbringen konnten; aber auch hier erhielt man kein Wasser. Als das dritte 100 Fufs tief gebracht war, schien ebenfalls keine Hoffnung vorhanden Wasser zu finden; allein nachdem man noch 10 Fufs tiefer durch eine bläuliche, sehr zähe Erdart gedrungen war, die unterhalb gelblich und mergelartig wurde, traf man auf Wasser, welches nun bis zur Oberfläche des Bodens stieg. In diesem Fall ist also klar, dafs das Wasser erst dann bis zu Tage gestiegen ist, als man es ihm möglich gemacht hatte durch die Thonlagen zu dringen, welche es von der Kalksteinmasse abhielten, und deren Vorhandensein durch drei nach einander angestellte Bohrungen aufser Zweifel gesetzt worden.

Zu bemerken ist indessen, dafs man im Hochlande nur an den tiefsten Stellen der Thäler, die durch Ausspühlung gebildet sind, Brunnen bohren darf, weil man um so tiefer gehen mufs, je höher die Stelle liegt, an welcher man mit dem Bohren aufangen will.

7. Aus den Durchschnitten verschiedener Stellen, wo im Departement Pas-de-Calais gebohrt worden, siehet man, dafs man stets bis in den kreideartigen Kalkstein hat gehen müssen, und dafs nur da sich Wasser gefunden hat. Dies läfst sich leicht aus der Lage des Kalksteins gegen die darüber liegenden Schichten neuerer Bildung erklären. Aus allen Querschnitten (Taf. IV. Fig. 2. bis 8.) geht nemlich hervor, dafs, im Niederlande sowohl als im Hochlande, über dem gedachten Kalkstein stets wagerechte Schichten liegen, die hauptsächlich aus hartem, dichtem und gleichförmigem Thone bestehen, der die Eigenschaft kein Wasser durchzulassen in hohem Grade besitzt. Sobald sich daher eine solche Thonlage weit erstreckt, so hält sie das darunter befindliche Wasser zusam-

men, und es kann nur längs der untern Seite der Thonlage abfliefsen. Nun mufs sich offenbar, nach der Gestalt des Bodens im Departement Pas-de-Calais, das Regenwasser, welches im Hochlande niederfällt und sich in den Schluchten und Bächen sammelt, in die Klüfte des kreideartigen Kalksteins ziehen, welche ihm, da sie nach allen Richtungen sich verbreiten, Gelegenheit geben, unter die darüber liegenden Schichten von neuerer Bildung zu gelangen. Da nun jene Klüfte das Wasser wenigstens nicht vollständig entweichen lassen, so wird es darin aufgehalten und verliert einen um so gröfseren Theil seiner anfänglichen Geschwindigkeit, je ausgedehnter die wagerechten Thonlagen über dem Kalkstein und je entfernter die Ausflufs-Öffnungen und je enger sie sind. Bohrt man daher durch die Thonlage, so wird das Wasser, da wo es am stärksten gegen die darüber befindlichen Erdlagen drückt, mit einer Geschwindigkeit aufwärts strömen, die von der Gröfse des Drucks abhängt, und sich um so höher darüber erheben, je geringer der Unterschied zwischen der hypothetisch sich aus der Lage des Wasserspiegels im Behälter über den natürlichen Ausmündungen ergebenden und der wirklich darin Statt findenden Geschwindigkeit ist *). Hätte das Wasser gar keine Geschwindigkeit, z. B. wenn es auf dem Boden eines Behälters stehen bliebe, so würde es bis zu einer Höhe steigen, welche dem lothrechten Abstande der Stelle, wo es sich in die Erde einzieht, über der wo es zu springen anfängt, gleich ist. Andererseits ist, damit das Wasser aus der Oberfläche des Bodens hervorspringe, nöthig, dafs es sich nicht in die Tiefe, weder in dem kreideartin-

*) Dafs das Wasser in gebohrten Brunnen in die Höhe steigt, kommt nach den angeführten Thatsachen offenbar daher, dafs es, aus einem höher liegenden Behälter durchschwitzend, einen Druck hervorbringt, dessen Wirkungen erst dann sichtbar werden, wenn das aufhaltende Hindernifs weggeschafft worden ist. Man darf daher die Erhebung des Wassers nicht der nemlichen Ursache zuschreiben, welche zuweilen mineralische Quellen auf mehr oder minder bedeutende Höhen treibt. Hier wird das Wasser durch die Spannung verschiedener Gas-Arten gehoben, welche sich vermöge der gegenseitigen Wirkungen im Innern der Erde vorhandener mineralischer Stoffe erzeugen. Man sehe hierüber die interessanten Bemerkungen der Herren Berg-Ingegenieure Puvis und Berthier in ihren Abhandlungen über die Mineral-Quellen bei Vichy, im Jahrgange 1820 der „*Annales des Mines.*" Die Verfasser sind der Meinung, dafs gedachte Quellen nur in Folge des Druckes über die Oberfläche des Bodens springen, welcher in einer grofsen Tiefe auf die Oberfläche des Wassers wirkt und von dem kohlensauren Gase herrührt, welches sich bei der Bildung des Wassers entwickelt. Eine ähnliche Ursache bewirkt vielleicht die Erhebung des siedenden Wassers des Geisers in Island. (Klaproth's chemische Abhandlungen. Band I. S. 309. und 349.) Anm. des Originals.

gen Kalkstein, noch in den darunter folgenden Lagen ausbreiten könne. Unter dem Kalkstein müssen daher entweder dichte Lagen folgen, oder der untere Theil des Gesteins selbst mufs keine Klüfte haben, wie es an vielen Orten wirklich der Fall ist. Aus zahlreichen, besonders zu Valenciennes und Monchy-le-Preux bei Arras, angestellten Beobachtungen hat man sich wirklich überzeugen können, dafs unter den kreideartigen Kalkstein sehr dichte thonige Erde folgt. Herr d'Aubuisson rechnet dieselbe in seinem „*Traité de Géognosie*" sogar zu der kreideartigen Bildung, welche zu Valenciennes aus abwechselnden Kalkstein- und Thonlagen besteht *). Diese Thonarten gehören einer frühern Bil-

*) Der Theil des Bodens in der Gegend von Valenciennes, welcher von neuerer Bildung ist, besteht nach Hrn. d'Aubuisson (*Traité de Geognosie.* Band II. S. 370.) aus folgenden Schichten:

Damm-Erde	—	Meter
Kreide mit Sand und Mergel	5	-
Chlorit-Kreide in mehreren Lagen	10	-
Kreideartiger Kalkstein (Quadern)	3	-
Kreide mit viel schwarzem Hornstein	15	-
Bläulicher Thon (Töpferthon)	2	-
Grobe, etwas mergelige Kreide	3	-
Thon	2	-
Grobe Kreide	3	-
Thon	2	-
Grobe Kreide	3	-
Modellir-Thon (in der Landessprache Dief)	20	-
Puddingstein, Körner und Bruchstücke von Hornstein, mit einem kalkartigen Bindemittel (in der Landessprache Tourtia)	2	-
Ganze Mächtigkeit	70	Meter.

Der Boden bei Monchy-le-Preux ist etwas anders geschichtet als der bei Valenciennes; jedoch findet man, dafs dort ebenfalls auf thonartigen Schichten unmittelbar Bänke von kreideartigem Kalkstein liegen.

Nach Angabe des Berg-Divisions-Inspecteurs Herrn de Bonnard besteht dieser Boden aus folgenden Schichten.

Sandiger, gelb-brauner Thon	6	Meter
Mergelige Kreide, aus welcher Kalk gebrannt und welche als Baustein benutzt werden kann	4	-
Grauer Mergel, in welchem man zuerst den Spitzhammer gebraucht hat	6	-
Blauer Thon	42	-
Modellir-Thon (Dief)	52	-
Puddingstein	1,4	-
Schwarze, vitriolhaltige und bituminöse Erde	4,6	-
Schiefer und Sandstein	20	-
Ganze Mächtigkeit der untersuchten Lagen	172	Meter.

Auch in der Gegend von London hat man gefunden, dafs der kreideartige Kalkstein fast immer auf Thon und Sand liegt. Dieser Thon ist zuweilen mergelartig, zuweilen aber sehr zähe. Anm. des Originals.

dungs-Periode an, als die welche über der Kreide und immer wagerecht liegen, und obgleich sie fast einerlei Bestandtheile mit ihnen haben, so folgt doch aus der Art ihrer Lagerung, dafs sie mit jenen nicht gleichzeitig gebildet wurden, was man nicht bemerken würde, wenn man ihre mineralogischen Kennzeichen allein berücksichtigte.

Diese Abwechselung der Thonlagen mit den Kreidelagen geht deutlich aus dem Durchschnitte (Taf. IV. Fig. 8.) hervor. Angenommen selbst, dafs die durchbohrte Lage *abcd* mergelartig sei, so ist doch gewifs, dafs sie die Eigenschaft hat, das Wasser in dem darunter liegenden Kalkstein nicht durchzulassen.

8. Wir haben behauptet, dafs sich im Departement Pas-de-Calais das Wasser aus dem Hochlande, vermittelst der zahllosen Spalten in den Kreidelagern, deren Zusammenhang die Verbindung erleichtert, bis unter den Boden des Niederlandes verbreite. Einige Versuche, welche wir zu Béthune angestellt haben, bestätigen diese Meinung und beweisen, dafs die springenden Quellen in der Gegend von Béthune, Choques, Lillers u. s. w. aus dem südwestlich von der punctirten Linie *a′b′c′d′* liegenden Landstrich herkommen. Diese Versuche sind in zwei unweit des Exercirplatzes von Béthune, in einer durch Béthune und St. Pol gehenden Linie, nicht weit von einander entfernten Brunnen angestellt worden.

Da ausgemittelt werden sollte, welchen Abhang das diese Brunnen speisende Wasser habe, so wurde ein Kolben mehrmals in die Röhre des südwestlichen Brunnens gestofsen. Das dadurch gehobene Wasser war milchfarbig, von den in die Höhe gebrachten Kalktheilen. Fast in demselben Augenblick erhielt das Wasser im andern Brunnen eine ähnliche Farbe. Dies hätte nicht sein können, wenn die Brunnen nicht mit einander in Verbindung standen und der Abhang nicht in der Richtung von Südwest nach Nordost ging. Ferner wurde beobachtet, dafs wenn man die Mündung des ersten Brunnens fest verschlofs, der andere Brunnen viel stärker quoll. Da noch andere zu Lillers ähnlich liegende Brunnen gleiche Ergebnisse liefern, so ist anzunehmen, dafs die unterirdischen Gewässer, von welchen sie gespeiset werden, von Béthune, Lillers, Choques aus nach St. Venant, Merville u. s. w. hin Gefälle haben, und dafs diese Gewässer südwestlich von der Grenze zwischen dem Hoch- und dem Niederlande entspringen. Die Erdfälle, welche sich von Zeit zu Zeit bei Fiefs, Nedonchelles u. s. w. unweit St. Pol ereignen und deren Ur-

sache noch nicht erklärt ist, haben wahrscheinlich ihren Grund darin, daſs fortwährend das Wasser, welches die Brunnen speiset, an solchen Stellen durchsickert, wodurch mit der Zeit Wirkungen hervorgebracht werden, die man kaum einer so geringen Ursache zuschreiben würde. Aber die Ursache ist eine stetig wirkende Kraft, die am Ende gröſser werden kann als jede noch so groſse, die nur augenblicklich wirkt.

Anwendung der geologischen Beschreibung des Departements Pas-de-Calais auf die Theorie der springenden Brunnen.

9. Wir haben gesucht die geologische Beschaffenheit des Departements Pas-de-Calais bis ins Einzelne zu beschreiben, weil uns der Boden hier vorzüglich geeignet scheint, richtige Begriffe von den springengenden Brunnen zu gewähren. Die in der gedachten Gegend beobachteten Thatsachen können aber allgemeiner angesehen werden; denn auch z. B. bei Boston erhalten gebohrte Brunnen, eben wie im Dep. Pas-de-Calais, ihr Wasser aus kreideartigem Kalkstein, und zu Sheerness (in England, am Zusammenflusse des Medway und der Themse) folgt 350 Fuſs tief auf thonige Lagen kreidehaltiger Kalkstein, welcher sehr reines und durchsichtiges Wasser liefert. So wie man die Thonlage unmittelbar über dem Wasser durchbohrt hatte, erhob sich dasselbe 344 Fuſs; sank aber wieder, und blieb 120 Fuſs unter der Oberfläche des Bodens stehen. Das erste Aufsteigen des Wassers rührte ohne Zweifel von einer wellenförmigen Bewegung her, welche in dem Augenblicke entstand, wo der Druck gegen die Thonlage über dem Kalkstein frei wurde. Man kann in der That einen gebohrten Brunnen als den einen Schenkel eines Hebers ansehen, dessen anderen die unterirdischen Spalten bilden. Der Boden bei Sheerness ist bekanntlich von neuerer Bildung und hat viel Ähnlichkeit mit den Schichten im Pas-de-Calais, unter welchen kreideartiger Kalkstein liegt. Er besteht hauptsächlich aus Sand von verschiedenen Farben, welcher mit Erde und Hornstein-Geschieben, und mit schwärzlichem, zähem, wenig von dem an den beschriebenen Stellen vorkommenden, verschiedenen Thon gemengt ist. Häufig ist dieser schon mit Erde und Sand gemengt, und enthält zuweilen Feuersteine und zwischen denselben Kalkstein-Brocken, wie die bei Aire durchbohrte Lage, deren Mächtigkeit (Taf. IV. Fig. 6.) zu sehen ist. Hieraus ergiebt sich, daſs beide Stellen in geologischer Hinsicht völlig von gleicher Beschaffenheit sind,

und dafs die Quellen, auf welche man trifft, auf gleiche Weise im kreideartigen Kalkstein liegen, über welchem sich die neueren Lagen befinden *).

*) Herr Héricart de Thury hat die Güte gehabt, uns Einiges über die Ergebnisse der bei Paris, unweit der Barriere von Fontainebleau, in der Nähe von Coulommiers, im Departement der Seine und Marne, für die Courtalinsche Papier-Fabrik gebohrten Brunnen mitzutheilen. Die Quellen, welche das meiste und beste Wasser liefern, kommen aus dem kreideartigen Kalkstein, unter Schichten liegend, deren Bildung mit der der vorerwähnten übereinstimmt.

Beim Bohren des Brunnens der Brauerei des Maison-Blanche an der Barriere von Fontainebleau fand man folgende Schichten über dem unter Paris durchgehenden Kalkstein.

Thon- und Sand-Lagen von thonartiger Bildung.	Erde, Sand und Kies	3,82 Meter
	Spathartiger Mergel	0,81 -
	Mergel mit Meermuschelschalen	1,22 -
	Festes Gestein	0,65 -
	Obere Lage	0,65 -
	Bruchstein	2,60 -
	Weicher Bruchstein	3,41 -
	Eine Lage grofser weifser Muschelschalen	2,53 -
	Eine Lage grofser rother Muschelschalen	2,08 -
	Eine Lage perlmutterartiger Muschelschalen	1,46 -
	Eine Lage Muschelschalen mit Chlorit	1,11 -
Kalkmergel und Muschelkalk-Formation.	Blauer, sogenannter gefärbter Thon	3,25 -
	Weifslicher Thon	1,95 -
	Grünlicher Thon	1,95 -
	Rothgrauer, gestreifter Thon	1,62 -
	Grauer, bester Thon	1,62 -
	Schwarzer, kiesiger Thon	0,97 -
	Eine schwarzgraue Kiesbank	0,53 -
	Kiesel und thonhaltiger Sand, in welchem sandige schwärzlich-graue Thonadern vorkommen	7,47 -
		39,70 Meter.

Unmittelbar unter diesen Schichten befindet sich das starke Lager von kreideartigem Kalkstein, dessen Mächtigkeit noch unbekannt ist.

Da das Wasser, welches man in den thonhaltigen Lagen gefunden und in einem gemauerten Brunnen gesammelt hatte, welcher auf einen starken hölzernen Kranz gesetzt war, der etwa in der Mitte der Höhe der untersten Lage schwarzen kiesigen Thones lag, für das Bedürfnifs nicht hinreichte; so entschlofs man sich, so lange mit dem Bohren fortzufahren, bis man einen gröfseren Zuflufs erhielte. Man kam zuerst auf eine Bank steinigen und kiesigen, sehr harten Thones von 0,33 Meter Mächtigkeit. Herr Hericart de Thury sagt: „In dem Augenblick, als der Bohrer durch die Bank gedrungen war, versank er plötzlich 7,47 Meter tief, und so schnell, als wenn er den Arbeitern aus den Händen geglitten und frei in eine tiefe Kluft gefallen wäre. Nur die durch das Auge der ersten Bohrstange gesteckte Stange machte, dafs nicht der ganze Bohrer verloren ging; sie hielt ihn an dem Boden des Brunnens, auf welchem die Arbeiter standen, auf, sonst wäre er wahrscheinlich in eine gröfsere Tiefe gesunken, denn nach Aussage der Arbeiter schien ihnen 1) der Bohrer, als sie ihn zurückziehen wollten, in einen leeren Raum gefallen zu sein; 2) traf er mit seinem untern Ende auf keinen festen Punct, und 3) bewegte er sich so als hinge er in einem starken Strome. Es gelang nur mit vieler Mühe, den Bohrer wieder herauszu-

10. Beim Bohren der Brunnen trifft man zuweilen auf einen bedeutenden Zuflufs von Wasser, welches aus Lagen kommt, die über dem

---

ziehen, denn das Wasser drang bereits bis zu der Stelle wo man arbeitete, und wurde den Arbeitern hinderlich. Sobald aber der Bohrer herausgezogen und dadurch die Mündung der viereckigen Röhre ganz frei geworden war, sprang das Wasser plötzlich in dem Brunnen fast 10 Meter hoch über die Köpfe der Arbeiter empor, und zwar in solcher Menge, dafs sie kaum Zeit behielten, sich aus dem Brunnen ziehen zu lassen, und auf dem Boden Bohrer, Stangen, Werkzeuge und die ausgebohrte Erde zurücklassen mufsten."

Hätte man beim Aufsuchen unterirdischer Quellen an der Barriere von Fontainebleau, statt der ausgeführten kostbaren Arbeiten, gleich vom Anfange an gebohrt, nach dem Verfahren, welches der Gegenstand der gegenwärtigen Schrift ist, so würden die Arbeiter nicht in Gefahr gekommen sein; das in den Röhren enthaltene Wasser würde rein geblieben und die Kosten würden nicht so grofs gewesen sein.

Das Wasser in diesem Brunnen, welches sich fortwährend 12 Meter hoch über dem Kranz unter dem Mauerwerk erhält, kommt ganz wie in andern Gegenden, vorzüglich im Somme-Dep., im Dep. des Pas-de-Calais und im Nord-Departement, aus dem kreideartigen Kalkstein, welcher unter den beschriebenen Schichten liegt, die nur darin von den im niedrigen Theile von Flandern vorhandenen abweichen, dafs in letztern die grofsen Lagen von Kalkmergel und Muschelkalk fehlen.

Aus den Ergebnissen bei der Barriere von Fontainebleau glauben wir schliefsen zu dürfen: 1) dafs das Wasser in den sechs oder sieben Schichten unter den Muschelkalklagen nur solches ist, welches sich nach und nach durch die darüber liegenden Lagen ziehet; 2) dafs dieses Wasser durchaus nicht mit dem in Verbindung stehet, welches 10 Meter hoch über die Köpfe der Arbeiter gesprungen ist, weil es sich nur 5 Meter über dem Boden des Brunnens erhält, der 31,95 Meter unter dem der Brauerei liegt, während das aus dem kreideartigen Kalkstein kommende Wasser sich mehr als 10 Meter hoch über dieselbe Stelle erhebt; 3) dafs das Wasser aus dem Kalksteine, welches in dem kiesel- und thonartigen Sande gefunden wurde, wahrscheinlich durch kleine, bereits im untern Theile dieser Lagen vorhandene Klüfte, in denen es vermöge des darauf wirkenden Drucks stets aufzusteigen strebte, bis zur Grundfläche der schwarzgrauen Kiesbank gestiegen war, die thonhaltige Sandlage durchdrungen hatte und erst durch die schwarzgraue Kiesbank aufgehalten wurde, welche wasserdicht war.

Da das aus dem kreideartigen Kalkstein erfolgende Wasser sich auf eine gröfsere Höhe erhält, als dasjenige aus den thonigen Lagen, so glauben wir ferner, dafs diese Wasser nicht mit einander in Verbindung stehen, und dafs die Thonlage, nach mehrmaliger Veränderung ihrer Richtung, gewifs in irgend einer Entfernung vom Brunnen der Brauerei zu Tage komme, und dafs das zuletzt aus dem kreideartigen Kalkstein erhaltene Wasser sich in denselben nur vermittelst Klüfte gezogen hat, welche oberhalb des Anschlusses von Thonlagen anfangen und in welche es sich verbreiten kann. (Man vergleiche hiermit §. 16.)

Das Bohren bei der Courtalin'schen Papier-Fabrik hat die Beschaffenheit des Bodens bis auf 42 Meter Tiefe ergeben. Bis auf 26 Meter tief bestehen sämmtliche Lagen aus Sand und mehr oder weniger hartem Thon, und aus verschiedenen Mergel-Arten. Unterhalb dieser Lage ist man auf eine kreideartige Masse von 16 Meter Mächtigkeit gekommen, in welcher sich jedoch keine Kiesel oder Kieselbänke finden. Die Brunnen gaben in dem Augenblicke Wasser, wo der Bohrer den kreideartigen Kalkstein erreicht hatte, und das Wasser stieg bis auf 1,3 Meter unter der Oberfläche des Bodens. Mithin ist auch dieser Brunnen in einem Boden gebohrt worden, der dem ähnlich ist, in welchem allein man versuchen sollte unterirdische Quellen zu Tage zu fördern. Anm. des Originals.

kreideartigen Kalkstein liegen. Aber dieses Wasser hat fast immer einen unangenehmen Geruch und Geschmack. Der hydrostatische Druck ist gewöhnlich nicht stark genug, um es zu Tage zu bringen, weil es nur zwischen fast wagerechten Lagen von neuerer Bildung durchgeschwitzt ist und nicht von so hoch liegenden Stellen herkommt, als das Wasser in den Spalten des kreideartigen Kalksteins. Das Wasser, welches zwischen den Thonlagen durchdringt, trifft häufig auf eisenhaltigen Kies und wird dadurch verdorben und unbrauchbar. Es ist daher eine Hauptregel, das gedachte verdorbene Wasser von dem aus dem Kalkstein erfolgenden zu trennen. Das letztere ist in der Regel gesund, weich, vollkommen klar, und verändert sich fast gar nicht. Nach verschiedenen chemischen Zerlegungen findet sich darin nur eine sehr geringe Menge von Salz, auf Kalk-Basis, wodurch es allein an Reinheit verlieren könnte *).

Wäre selbst das Wasser oberhalb des kreideartigen Kalksteins rein und klar, so würde es dennoch rathsam sein, das Bohren bis in die Kalksteinschicht forzusetzen. Denn da die Geschwindigkeit des durch die Klüfte fliefsenden Wassers um so geringer ist, je länger und feiner die Spalten sind, so hängt der Ergufs um so weniger vom Zustande der Atmosphäre ab, je entfernter vom Brunnen die Gegend ist, die das Wasser liefert. Die trockenen Jahreszeiten werden daher auch um so weniger Einflufs auf die Verminderung der Wassermenge haben, je tiefer die wasserleitenden Schichten unter der Oberfläche liegen.

11. Wir wissen aus der Erfahrung, dafs springende Brunnen möglich sind, sobald sich zwischen zwei ziemlich undurchdringlichen Schichten eine dritte befindet, welche dem Wasser den Durchgang verstattet. Aus den obigen Thatsachen mufs man schliefsen, dafs wenn die leitende Schicht an hohen Stellen zu Tage läuft, um Regenwasser und Flufswaser aufzunehmen, welches dann vermittelst der Schicht zwischen den undurchdring-

*) Zu Abbeville, im Somme-Departement, befinden sich mehrere gebohrte Brunnen, deren Wasser nebst dem aus mehreren gewöhnlichen Brunnen und natürlichen Quellen chemisch untersucht worden ist. Es hat sich gefunden, dafs alle diese Gewässer kohlensauren und salzsauren Kalk enthalten; nur das Wasser der gewöhnlichen Brunnen und der natürlichen Quellen enthält noch Schwefelsäure, auf kalkartiger Basis. Die Schwefelsäure kommt vielleicht daher, dafs das Wasser mit dem angrenzenden Boden in engere Berührung kommt, als dasjenige der gebohrten Brunnen.

Der kohlensaure Kalk in allen diesen Wassern beträgt nicht über 0,0004, und der salzsaure nicht über 0,00015; der schwefelsaure Kalk in den gegrabenen Brunnen und Quellen höchstens 0,00035. Anm. des Originals.

lichen Lagen hindurch nach tiefer liegenden Stellen gelangen kann, ohne Seiten-Ausgänge zu finden, wenigstens nicht solche, durch welche alles Wasser abfliefst: dafs dann Brunnen angelegt werden können, in welchen das Wasser in die Höhe steigt und zuweilen selbst über die Oberfläche des Bodens hinaus springt, und dafs nichts weiter nöthig ist, als die obere wasserdichte Lage zu durchbohren und das Entweichen des Wassers durch die Wände des Bohrlochs zu verhindern. Da nun hierin alle Bedingungen liegen, welche erfüllt werden müssen, wenn man gebohrte Brunnen verlangt, so sieht man leicht aus der Beschaffenheit der bekannten Arten von Boden, dafs man nur im Kalkstein unterirdische Quellen suchen dürfe*). Wir haben gezeigt, dafs er in seiner Lagerung oft von wasserdichten Thonlagen eingeschlossen ist; ferner, dafs er häufig an den höchsten Stellen der Gegend zu Tage kommt und sich auf unbekannte Entfernungen unter die tiefer liegenden Stellen verbreitet; und endlich, dafs darin Klüfte nach allen Richtungen sich befinden, vermittelst deren das Wasser sich nach allen Richtungen ziehen, und in denen es sich mit grofser Leichtigkeit bewegen kann. Um die Bemerkung wegen der Klüfte noch stärker zu begründen, mögen noch einige von dem Herrn General-Inspector der Bergwerke Gillet de Laumont uns mitgetheilte Beobachtungen folgen.

---

*) Obgleich wir sagen, dafs man nur im kreideartigen Kalkstein unterirdische Quellen suchen soll, mufs man doch nicht schliefsen, dafs in andern Gebirgs-Arten keine Quellen enthalten sein könnten. Wir sind nur der Meinung, dafs Bohrversuche vorzugsweise in kreideartigem Kalk von Erfolg sein werden, weil dieses Gestein unzählige Klüfte hat, welche reines und klares Wasser zu leiten vermögen, und dafs Versuche in Terrains, die nicht wenigstens der Kreide-Formation ähnlich sind, gewagt sein würden.

Der Herr Berg-Ingenieur Gargan hat zu Kreutzwald im Mosel-Departement in rothen Sandstein gebohrt, um auf das Steinkohlen-Lager der Saar, welches zwei Lieues entfernt sich zeigt, zu gelangen. Man bohrte zuerst 93 Meter tief durch röthlichen Sandstein, der häufig sehr leicht nachfiel. Zur Erhaltung der Wände des Bohrloches wurden 50 laufende Meter gut gelöthete blecherne Röhren eingebracht. 60 Meter tief wurde, ohne Veränderung des Bodens, durch das Bohrloch eine springende Quelle frei, welche in jeder Stunde Eilf Cubik-Meter Wasser gab. Die Sandsteinlage, aus welcher dieses Wasser kam, ist wahrscheinlich wie die bei Schöneken sehr klüftig, kann aber sehr wohl zwischen wasserdichten Lagen liegen. Hierbei ist zu bemerken, dafs man häufig auch nicht thonartigen Boden durchaus wasserdicht gefunden hat. Im kreideartigen Kalkstein findet man z. B. oft vollkommen gleichartige Lagen, ohne alle Klüfte, und zwischen denselben andere mit Klüften, die mit Wasser angefüllt sind. Daher können solche wasserdichte Kalkstein-Schichten ebenfalls leicht Gelegenheit zu springenden Brunnen geben.

Anm. des Originals.

Bei Untersuchung der Höhlen von Rancogne, im Charente-Departement, hat derselbe nemlich gefunden, dafs sie von den Flüssen Bandiat und Tardoire gebildet sind, deren Gewässer sich in Klüfte von Kalksteinfelsen verlieren. Die von diesen Flüssen gebildeten Aushöhlungen hängen mit einander zusammen, und man kann in denselben zwei Lieues weit unter der Erde fortgehen. In diesen Aushöhlungen fliefsen Bäche, welche Mühlen treiben könnten, und sie enthalten Grotten und ungeheure Räume, in welchen das durchsickernde Wasser riesenhafte Tropfsteine bildet. Da das Wasser fortwährend Kalksteintheile mit fortführt, so erweitern sich die Höhlungen und es stürzen zuweilen grofse Massen ein. Diese Gewässer speisen hernach in einem, etliche Lieues weiter, tiefer liegenden Thale, mehrere natürliche Springquellen, oberhalb einiger Pfützen, welche sie ebenfalls voll erhalten, und kommen dann in geringer Entfernung am Fufse eines Felsens zu Tage, wo sie den Touvres-Flufs bilden, der 2400 Meter unterhalb seines Ursprunges 12 bis 15 Wasserräder der schönen Geschütz-Giefserei zu Ruelle bei Angoulême treibt.

Ein anderer, im Departement Pas-de-Calais vorkommender, dem oben beschriebenen sehr ähnlicher Fall ist der, dafs am Fufse des ungeheuren, steilen, aus Kalkstein gebildeten Ufers des Vorgebirges Blanc-Nez, aus den Spalten des Kalksteins, Wasserstrahlen mit bedeutender Geschwindigkeit hervorspringen und nach und nach dessen untere Theile zerstören. Dieses Wasser kommt offenbar von entfernteren Gebirgen her, breitet sich vermöge der in dem Kalkstein vorhandenen Klüfte nach allen Seiten darin aus und kommt in dem Vorgebirge Blanc-Nez zu Tage, wo die steile Böschung den Ausflufs begünstigt.

In mehreren Gegenden hat man sich überzeugt, dafs das Quellwasser, welches über die Oberfläche des Bodens springen müfste, und von mehr oder weniger entfernten Orten herkommt, unmittelbar ins Meer fliefst. Wir wollen über mehrere in der Gegend von Abbeville gebohrte Brunnen eine Stelle aus einer interessanten Abhandlung mittheilen, welche der Herr Berg-Divisions-Inspecteur Baillet in der Versammlung des Gewerbe-Vereins im Februar 1822 vorgelesen hat.

„Der Brunnen bei Noyelles am Meere ist auf einem Weidelande gebohrt worden, welchem es an Wasser fehlte. Der Bohrer erreichte die wasserhaltende Lage (die Kreide) ungefähr 17 Meter tief, und die dadurch eröffnete Quelle lieferte gutes Wasser, welches auch sofort in den

Röhren in die Höhe stieg. Dieses Wasser wird in einem ausgegrabenen Behälter aufgefangen, der zur Viehtränke dient. Während der Ebbe bleibt es gewöhnlich 2 Meter unter der Oberfläche des Bodens; während der Fluth steigt es beinahe bis zur Oberfläche. Ein in der Mündung der Röhren angebrachtes Ventil verhindert das Zurücktreten des ausgeschlossenen Wassers, und hält es im Behälter zurück, wenn der Meeresspiegel in der Bucht von Sommes sich senkt."

Ähnliche Umstände sind an mehreren Orten beobachtet worden, vorzüglich an den Französischen Küsten von Dieppe bis Montreuil. Eine Menge von Quellen an dieser Küste geben nur während der Ebbe Wasser.

So sonderbar diese Thatsachen scheinen mögen, so lassen sie sich doch leicht erklären, wenn man erwägt, dafs das süfse und klare Wasser, in gröfserer oder geringerer Tiefe unter der Oberfläche, mit einer gewissen Geschwindigkeit in's Meer fliefst. Diese Geschwindigkeit mufs natürlich abnehmen, wenn sich bei der Fluth der Meeresspiegel hebt, weil das ausfliefsende Wasser mehr Widerstand findet, und deshalb mufs das Wasser in den Röhren, in welchen es zu Tage gefördert wird, in die Höhe steigen.

Auf mehrere Brunnen in Abbeville hat Fluth und Ebbe gleichfalls Einflufs. Aber obgleich das Wasser in denselben bald höher bald tiefer steht, so geben sie doch fortwährend süfses und vollkommen klares Wasser.

12. Jede andere Fels-Art als der Kalkstein ist für springende Brunnen nicht so vortheilhaft als diese. Daher mufs man z. B. in Urgebirgen, wie Granit, Gneis, Porphyr und dergleichen keine Quellen suchen, weil diese Gesteine nur sehr wenig Klüfte haben, welche auch im Allgemeinen nur bis zu einer geringen Tiefe reichen. Die Erfahrung zeigt, dafs die in solchen Gebirgen enthaltenen Gewässer, nach allen Seiten, in geringer Entfernung von der obersten Stelle wo sie sich einziehen, wieder ausfliefsen. Im Kalkstein-Gebirge gehen dagegen die Klüfte sehr weit und sehr tief; daher kann sich das Wasser in denselben mit Leichtigkeit bewegen und bis unten in die Thäler gelangen, in welchen über dem Kalkstein fast jedesmal Lagen von Thon, Sand, Geschieben u. s w. vorhanden sind. Auch in schieferigen Boden sollte man keine Brunnen zu bohren versuchen, weil der darin befindliche eisenhaltige Kies sich leicht zersetzt, weshalb das Brunnenwasser nach geschwefeltem Wasserstoff-Gase riecht und schmeckt.

Zweiter Abschnitt.

Untersuchung der zu springenden Quellen sich eignenden Terrains.

13. Bevor man einen Brunnen zu bohren anfängt, mufs man eine vollständige Kenntnifs von der äufsern und innern Beschaffenheit der Gegend zu erlangen suchen. Die Untersuchung der Gegend mufs sich nicht allein möglichst weit, sondern auch auf den Zusammenhang mit ihrer Umgebung ausdehnen. Dieselbe nach verschiedenen Richtungen durchgehend, wird man finden können, ob an den höchsten Stellen kreideartiger Kalkstein zu Tage kommt, oder ob die darüber liegende Schicht Damm-Erde nur schwach ist. Hat man dergleichen gefunden, so untersucht man die Thäler, und versichert sich, entweder durch einige Bohrversuche, oder aus der Aufeinanderfolge der Schichten in den tiefsten, in der Gegend vorhandenen Brunnen, dafs der kreideartige Kalkstein, welcher an den hohen Stellen zu Tage kommt, bis unter die aufgeschwemmten Lagen reicht, welche gewöhnlich die Thäler bedecken. Zeigt sich, dafs die Gegend Ähnlichkeit mit denen hat, wo springende Brunnen bereits vorhanden sind, so kann man das Bohren beginnen.

Die Höhe, auf welche das Wasser in den Röhren (die nur dazu dienen, es vom umliegenden Boden abzuschneiden) steigen wird, läfst sich im Voraus nicht bestimmen, da sie von dem lothrechten Abstande des Punctes, wo das Wasser aus dem Kalkstein in die Höhe steigt, von demjenigen wo es sich in ihn einzieht, abhängig ist. Dieser Abstand ist zwar unbekannt, hängt aber von der Gestalt der Oberfläche des Bodens ab.

14. Man kann mit dem Bohrloche auf wasserhaltende Klüfte treffen, aus welchen sich das Wasser nur etliche Meter erhebt, obgleich es von bedeutenden Höhen her zufliefst. Hat nemlich das Wasser einen Ausflufs nach einem nahen Thale, welches tiefer liegt als dasjenige wo der Brunnen gebohrt wird, während der Querschnitt des Ausflusses kleiner ist als der der Klüfte, so kann es, wie leicht begreiflich, im Bohrloche sich nur vermöge des Drucks einer Wassersäule erheben, deren Höhe der Unterschied der Höhen zweier Wassersäulen ist, wovon die eine den hydrostatischen Druck gegen die Thonlage hervorbringen würde, wenn keine Ausmündung vorhanden wäre und die von der Höhe des Reservoirs abhängt, die andere geringere die ist, welche die Geschwindigkeit mit der das Wasser in dem tiefer liegenden Thale ausfliefsen würde, erzeugt. Es kann sogar sein, dafs das Wasser in dem Bohrloche gar nicht in die Höhe steigt,

wenn nemlich der Querschnitt der Ausmündung eben so grofs ist, als der der Klüfte, weil dann das Wasser ganz voll vorbei fliefst. Auch folgt aus dem Obigen, dafs man springende Quellen viel sicherer in Gegenden finden wird, welche denen nordöstlich von der punctirten Linie $a'b'c'd'$ (Taf. IV. Fig. 1.) ähnlich sind, wo das Wasser sich unter Thonlagen sehr weit verbreiten kann, ohne Ausgänge zu haben, als in solchen, deren geringe Ausdehnung dem Wasser Ausgänge in nahe gelegne Thäler gestattet, die tiefer liegen als die Bohrstellen, weil die Ausflüsse in letzterem Falle den Druck des Wassers gegen die undurchdringlichen Schichten über dem Kalkstein schwächen.

15. Wenn die natürlichen Ausflufs-Öffnungen des Wassers sehr klein sind, so kann es sein, dafs ein einzelner Bohrversuch noch kein günstiges Ergebnifs hat; allein man darf deshalb die Hoffnung nicht aufgeben, springende Quellen zu finden. Man kann auf eine Stelle getroffen sein, wo der Kalkstein sehr gleichförmig ist, und im Umfange des Bohrloches keine Spalten hat, welche das umliegende Wasser in dasselbe leiten. Solcher Beispiele sind mehrere im Departement Pas-de-Calais vorgekommen. Eins der merkwürdigsten ist folgendes: Ein Grundbesitzer hatte in einer Vorstadt von Béthune einen Brunnen bohren lassen, mit welchem man, nachdem 60 bis 70 Fufs aufgeschwemmter Boden (*terrains de nouvelle formation*) und 30 Fufs Kalkstein durchschnitten waren, auf eine Quelle stiefs, welche bis zur Oberfläche des Bodens stieg. Ein zweiter Eigenthümer, dessen Grundstück fast an das vorige grenzte, wollte ebenfalls einen Brunnen haben, und liefs erst 70 Fufs tief durch Lagen von Sand und grauem Thon, worin eine Menge von Kies war, und dann noch 105 Fufs durch Kalkstein, der also in gleicher Tiefe lag, bohren; aber das 175 Fufs tiefe Bohrloch, durch Schichten von verschiedener Art, gab kein Wasser. Der zweite Besitzer wurde hierdurch entmuthigt, und weil man sich nicht erklären konnte, worin der Unterschied zweier so vollkommen gleich scheinender Stellen liege, so gab er die Fortsetzung der Arbeit auf.

16. Das so eben erwähnte Beispiel zeigt, dafs man deshalb 175 Fufs tief unter der Oberfläche des Bodens, und fast an derselben Stelle, wo sich in viel geringerer Tiefe Wasser fand, noch keins antreffen konnte, weil das Bohrloch in gleichförmigen Kalkstein ohne Klüfte gerathen war. Hätte man weiter gebohrt, so wäre man vielleicht auf eine Thonlage, oder wenigstens auf eine ziemlich wasserdichte Lage gekommen, unter welcher

Wasser sein konnte, welches sich bis zur Oberfläche des Bodens erhoben hätte. Dies Wasser konnte dann aber nur von entfernteren Orten herkommen, als das, welches durch das erste gelungene Bohren gewonnen war. Denn unter der thonigen Lage konnte nur dasjenige Wasser sein, welches die sie bedeckende Kalkstein-Bank, da wo sie zu Tage auslief, in Schluchten und Spalten einsog. Die Thonlage konnte von hohen Stellen herkommen und sich unter eins oder mehrere Thäler verbreiten, und also das Wasser unter derselben nur aus dem Kalkstein herkommen, auf welchem sie lag, nicht aus dem, welcher über ihr sich befand, weil die Thonlage selbst wasserdicht war. Dieser Umstand ist um so wahrscheinlicher, da z. B. die Bohrungen bei Blengel (Taf. IV. Fig. 8.) gezeigt haben, dafs die ganze Masse *fghk* von kreideartigem Kalkstein kein Wasser enthält, und dafs man erst da Wasser fand, wo die Thonlage *abcd* eine unterhalb darauf folgende Kalksteinlage berührte. In diesem Falle ist es klar, dafs das Wasser nicht aus dem obern Kalksteinlager kommen konnte, weil die Thonlage *abcd*, die sich vielleicht sehr weit ausdehnte, und mit geringem Abhange bis zu der Stelle sich erhob, wo der unter ihr befindliche Kalkstein zu Tage kam, das Eindringen des Wassers in die Masse *fghk* verhinderte.

17. Sobald man auf kreideartigen, sehr gleichförmigen Kalkstein kommt, ist es im Allgemeinen immer nöthig, mit dem Bohren so lange fortzufahren, bis sich die Beschaffenheit des Kalksteins ändert, denn die Erfahrung hat gezeigt, dafs sich unterirdische Quellen fast immer nur da finden, wo sich verschiedenartige Lagen berühren. Die hier sich bildenden Höhlungen und Klüfte müssen nothwendig den Durchgang des Wassers erleichtern. Daher rührt auch die Zunahme der Wassermenge, wenn der Bohrer Stellen erreicht, wo Kalksteinlagen schwache Lagen von Kieseln berühren. Kommt man daher, nachdem einige Fufs tief durch Kalkstein gebohrt worden, auf Wasser, welches bis zur Oberfläche steigen würde, so kann man beinahe gewifs sein, dafs man dessen mehr erhalten werde, wenn man, das Bohren fortsetzend, bis zu schwachen Lagen von Kieseln wie (Taf. IV. Fig. 2. bis 8.) dringt.

18. Wenn der geologische Character einer Gegend dem im ersten und zweiten Abschnitte beschriebenen nicht ähnlich ist, so darf man nicht hoffen, unterirdische Quellen zu finden, weil dann nicht Schichten durch welche das Wasser dringen kann, zwischen anderen undurchdringlichen zu erwarten sind.

Dritter Abschnitt.

Beschreibung des Erdbohrers.

19. Wenn man erwägt, daſs das Wasser zuweilen durch 300 Fuſs tief eingesenkte hölzerne Röhren in die Höhe steigen muſs, und auf wie mannigfaltige Schwierigkeiten man beim Bohren in einer solchen Tiefe treffen kann, so findet man leicht, daſs eine auſserordentliche Sorgfalt beim Bohren und beim Eintreiben der wegen des Triebsandes erforderlichen Röhren nothwendig ist. Damit die Röhren um so leichter durch die über dem allein Wasser enthaltenden Kalksteine liegenden Schichten dringen mögen, muſs, wie leicht zu sehen, das Bohrloch überaus regelmäſsig und seine Achse ganz genau lothrecht sein. Ehe die Mittel zur Erfüllung dieser Bedingungen angegeben werden, ist es nöthig die einzelnen Theile des Bohrers selbst, und die zum Gebrauch desselben erforderlichen Werkzeuge zu beschreiben.

20. Der Bohrer besteht aus drei Haupttheilen: dem Kopfstück, den Mittelstücken und verschiedenen Arten von Bohrstücken. Auſserdem giebt es noch mehrere zur Bewegung und Handhabung des Bohrers nöthige Hülfsstücke.

21. Das Kopfstück besteht aus einer 6 Fuſs*) langen, 15 Linien im Quadrat starken eisernen Stange, deren eines Ende ein Öhr *abc* (Taf. V. Fig. 9. und 10.), das andere eine Gabel hat, deren Gestalt und Maaſse die Figuren zeigen.

Ein solches Kopfstück ist indessen entbehrlich, da, wie sich hernach ergeben wird, jedes Mittelstück mit einem Biegel verbunden werden kann, der die Stelle des Öhrs vertritt, was auch in der That geschehen muſs, wenn der Bohrer herausgezogen werden soll.

22. Mittelstücke und ihre Verbindung untereinander. Die Bohrstange kann aus einer beliebigen Zahl von Mittelstücken zusammengesetzt werden, welche 15 Linien im Quadrat stark, und mit Einschluſs des obern platten Theils, welcher in die Gabel des zunächst darüber folgenden paſst, und des untern gabelförmigen Theils, 10 bis 12 Fuſs lang sind. Ein solches Mittelstück ist (Taf. V. Fig. 11. und 12.) dargestellt.

Da sämmtliche Mittelstücke einerlei Form haben, so können sie in willkürlicher Ordnung, zu zwei und zwei durch Schraubenbolzen mit ein-

*) Alle Maaſse in dieser Abhandlung sind Französische.

ander verbunden werden. Fig. 13. und 14. stellen eine solche Verbindung vor.

Man macht die Mittelstücke gewöhnlich 10 bis 12 Fuſs lang, damit sie leichter transportabel sein mögen. Sollte aber der Bohrer nur an einem und demselben Orte gebraucht werden, so könnte man jedes Mittelstück 15 bis 18 Fuſs lang machen, um Zeit beim Bohren zu sparen und den Bohrer wohlfeiler zu machen, weil die Kosten mit der Zahl der Zusammensetzungen zunehmen.

Gewöhnlich legen sich die Köpfe und Muttern der Schraubenbolzen gegen Flächen, welche von geraden Linien begrenzt werden; allein es ist besser, die Flächen wellenförmig zu begrenzen, wie (Fig. 15. 16. 17.), weil dann von dem Eisen welches die Blätter bildet nichts weggenommen werden darf und die Öffnungen für die Bolzen dadurch entstehen, daſs man eine sogenannte Karpfenzunge hinein, und dadurch das Eisen auf beiden Seiten auseinander treibt, auf welche Weise der Zusammenhang der Fibern nicht leidet und die Stangen fast gar nichts an Festigkeit verlieren.

Da die Bolzen, welche ein Mittelstück mit dem andern verbinden, vollkommen fest stecken müssen, so ist es gut, ihnen die Form (Fig. 18. und 19.) zu geben. Sie sind von *t* bis *c* cylindrisch und oben platt, weshalb die Löcher im Blatte des untern Mittelstücks und die in dem einen Blatte des oberhalb folgenden kreisrund,[1] die im andern Blatte aber länglich wie (Fig. 17.) gestaltet sein müssen.

So erhält die Bohrstange eine groſse Festigkeit. Die gewöhnliche Zusammensetzung der Stange, bloſs durch zwei Bolzen, ist nicht hinreichend. Auch muſs man darauf sehen, daſs sämmtliche Stangen genau calibrirt sind, und daſs fehlerhafte geschweiſst (besser umgeschmiedet) werden.

23. Biegel zum Anhängen des Kopfstücks oder eines beliebigen Mittelstücks an das Krahntau. Wenn das Kopfstück und mehrere Mittelstücke mit einander verbunden sind, so wird die Bohrstange an ein Krahntau gehängt, und zwar vermittelst eines Ringes *a b c* (Fig. 20.), an welchem sich eine Stange befindet, die durch einen Biegel geht, an dessen unterm Ende sich eben solche Blätter befinden, wie an dem untern Ende jedes Mittelstücks. Fig. 22. zeigt diesen Biegel im Grundriſs. Er ist so eingerichtet, daſs er sich vermittelst des Knopfes *p q* (Fig. 20.) um die Achse der erwähnten Stange drehen kann, und, um die Umdrehung zu erleichtern, ist es gut, eine kleine stählerne Scheibe *g o*

(Fig. 20.) an das Stück *def*, und eine eben solche *pq* an den Knopf *pnq* zu schweifsen.

24. **Dreh-Hebel und deren Gebrauch.** Hängt der Bohrer am Seile *g* (Fig. 20. 21.) und soll nun umgedreht werden, so bedient man sich dazu gewöhnlich eines hölzernen Dreh-Hebels. Derselbe wird aber bald beschädigt und spaltet durch das Festkeilen der Bohrstange auf, weshalb ein eiserner Dreharm, wie ihn (Fig. 23. 24.) vorstellen, besser ist. In der Mitte ist ein Loch *ab*, durch welches die Bohrstange geht, welche aber hernach in den viereckigen Theil *on* gebracht wird. Hier wird sie durch einen hölzernen Keil *de* (Fig. 24.) festgehalten, dessen schiefe Seite in *fq* angedrückt wird. Die Länge eines solchen Dreh-Armes ist etwa 6 Fufs, damit 6 bis 7 Mann ihn fassen können, wenn der öfters sehr feststeckende Bohrer zurück gedreht werden soll. Ist man schon in eine bedeutende Tiefe gelangt, und ist alsdann zähes und hartes Gestein zu durchbohren, so mufs man den Bohrer durch Stöfse wirken lassen. Dann müssen, anstatt des Einen Dreh-Armes, Zwei einander rechtwinklig schneidende, allenfalls von Holz, da sie nicht aus Einem Stücke bestehen können, durch eiserne, verbolzte Schienen mit einander verbunden werden. Durch Arm und Schienen geht eine 15 Linien im Quadrat starke eiserne Stange von etwa 3 Fufs 6 Zoll Länge, welche fest mit den Armen verbunden wird. Der obere, etwa 1 Fufs lange Theil geht durch die ganze Dicke eines Ringes und endigt sich in einen Knopf wie *pq* (Fig. 20.), damit die Arme umgedreht werden können, ohne dafs der Ring an der Bewegung Theil nähme. Der Theil der Stange unterhalb der Arme ist wie das untere Ende eines Mittelstücks geformt, so dafs er mit den Mittelstücken verbunden werden kann. Der Nutzen dieser Anordnung wird sich weiter unten zeigen. Das mittlere Stück der Stange haben wir auf 1 Fufs lang immer 4 Zoll im Quadrat stark machen lassen, die Arme aber nie länger als 18 bis 20 Zoll, weil sie nicht zur Umdrehung der Bohrstange bestimmt sind.

Verschiedenheit der Bohrstücke.

25. Die eigentlichen Bohrstücke sind von sehr verschiedener Form, können jedoch in fünf Classen gebracht werden, nach den Terrains in welchen sie gebraucht werden sollen.

Zur ersten Classe gehören die, mit welchen man durch Dammerde und nicht sehr zähen Thon bohrt.

Zur zweiten die, deren man sich in sehr thonigen und sehr festen Schichten, so wie in dem kreideartigen Kalkstein bedient, welcher das gesuchte Wasser enthält.

Zur dritten die, vermittelst deren man durch Lagen von Geschieben bohren und letztere herausbringen kann.

Zur vierten die, welche den Sandstein und andere harte Steine angreifen, auf welche man zufällig trifft und die durchbohrt werden müssen, wenn die Schichten zu mächtig sind, um durchbrochen zu werden.

Zur fünften endlich die, für Triebsand oder andern Sand, der so lose ist, dafs er durch die vorigen Bohrstücke nicht herausgebracht werden kann.

Erste Classe von Bohrern.

26. Gewöhnliche Erdbohrer. Diese Bohrstücke sind zwar von verschiedener Gröfse, aber beinahe von gleicher Gestalt. Die kleinsten haben 4 Zoll, die gröfsten 14 bis 15 Zoll im Durchmesser. Das Bohrstück (Fig. 25. 26. 27.) hat 8 Zoll im Durchmesser. Um Bohrstücke der gröfsten Art legt man zuweilen drei eiserne Ringe, damit der Löffel nicht vom eindringenden Erdreiche auseinander getrieben und verdorben werden möge. Sie werden sämmtlich aus sehr starkem Eisenblech verfertigt, und erhalten zuweilen oben einen Deckel, damit das Wasser, durch welches man sie öfter ziehen mufs, das im Löffel (oder in der Schaufel) enthaltene Erdreich nicht wegspülen könne. Man bedient sich solcher Bohrstücke in Damm-Erde und nicht sehr zähem Thone, und zwar erst kleinerer, dann gröfserer, bis das Bohrloch die erforderliche Weite hat. Mit dem Bohrer zieht man zugleich die ausgebohrte Erde in die Höhe.

Man zieht öfters beim Anfange der Arbeit die kegelförmigen Bohrstücke (Fig. 28. 29. 30.) vor. Sie bestehen aus mehreren zusammen genieteten starken Stücken Eisenblech. Das Hauptstück *d* ist fast ganz aus Stahl und mit dem Stücke *e* durch Schraubenbolzen mit versenkten Köpfen, deren Muttern innerhalb des Löffels liegen, verbunden. Auf diesen Bohrer kann man walzenförmige von gröfserem Durchmesser folgen lassen.

Kegelförmige Bohrstücke sind schwer zu verfertigen und daher theuer.

Zweite Classe von Bohrern.

27. **Bohrstücke für zähen Thon.** Ist der Thon härter oder zäher, so bedient man sich Bohrer wie (Fig. 31. 32. 33.) von 2½ bis 4 Zoll Durchmesser. Ist das dadurch gemachte Bohrloch sehr regelmäfsig, so bedient man sich des Bohrers (Fig. 34. 35. 36.), dessen Durchmesser sich nach der Beschaffenheit des Erdreiches richtet. Meistens hat er nicht mehr als 6 Zoll Durchmesser. Hierauf läfst man ein Bohrstück, wie (Fig. 37. 38. 39.) folgen, welches sehr leicht durch Thon dringt. Dreht man es in solchem Erdreich um, so greift es dasselbe an und trennt es nach allen Richtungen, wo dann dies sich nicht allein an die Schenkel *a* und *b* anhängt, und öfters den Raum zwischen denselben ausfüllt, sondern auch sogar an die Stange *cd*. Dieses Instrument wird häufig gebraucht.

Im kreideartigen Kalkstein bedient man sich ähnlicher Bohrstücke von 2½ Zoll bis 6 Zoll im Durchmesser. Sie müssen da am stärksten sein, wo sich die Bohrspitze mit dem walzenförmigen Theile vereinigt. Die Spitze mufs immer verstählt sein. Von dem gedachten Vereinigungspuncte an mufs der Durchmesser des Bohrstücks nach der Bohrstange hin abnehmen, um die Umdrehung zu erleichtern. Die Grundfläche der Bohrspitze mufs etwas schief sein, weil sie sonst zu stark eingreifen und der Bohrer sich zu schwer zurückziehen lassen würde.

28. **Durch Sandlagen kann man nur mit Röhren dringen. Beschreibung eines Instruments die Röhren leichter durch Thonschichten zu treiben.** Wenn, wie (Taf. IV. Fig. 7.), Sand unter Thon liegt, so sind Röhren nöthig, welche im folgenden Abschnitt beschrieben werden sollen. Da dieselben aber durch die festeren, über dem Sande befindlichen Schichten getrieben werden müssen, so ist noch ein Instrument *mn* (Fig. 40. 41. 42.) nöthig, der Gestalt nach dem vorigen ähnlich. Die vier Schenkel *a*, *b*, *c*, *d* bilden windschiefe Flächen. Der Durchmesser dieses Instruments ist allemal gröfser, als die Seite des Querschnittes der einzubringenden viereckigen Röhre, um den Thon in einem kreisförmigen Querschnitte aufzulockern, der beinahe so grofs ist, als der um den Querschnitt der viereckigen Röhre beschriebene Kreis. Man bringt das Instrument in der Diagonale der viereckigen Röhre ein. Will man es wieder herausziehen, so wird das Seil, an welchem der Bohrer hängt, angespannt, und das Bohrstück wieder in die Diagonale der Röhre gedreht, in welcher Richtung die Röhre nicht hinderlich ist.

Es bringt gewöhnlich nur wenig Thon heraus, weil der gröſste Theil der aufgelockerten Erde zurückfällt; diese wird dann mit Löffelbohrern herausgeholt. Man sieht, daſs sich nach wiederholtem Gebrauche dieses Bohrstücks die Röhren leichter in Thon eintreiben lasssen werden.

29. Beschreibung des Schneckenbohrers. Zuweilen läſst man auf das herzförmige Bohrstück (Fig. 37. 38. 39.) den Schneckenbohrer (Fig. 43. 44. 45.) folgen, ehe man das vorhin beschriebene gebraucht.

Er gehört auch noch zur zweiten Classe.

Dritte Classe von Bohrern.

30. Spitzbohrer, Schraubenbohrer und Meiſselbohrer. Trifft man auf ein Lager von Kieseln, und liegen die einzelnen Geschiebe dicht an einander, so bedient man sich zuerst des Spitzbohrers (Fig. 46. 47. 48.), welcher sehr stark sein muſs. Der Grundriſs (Fig. 48.) ist nach der Linie *mn* (Fig. 46.), und die Ansicht (Fig. 47.) nach der Linie *gh* (Fig. 48.) gezeichnet. Zieht man den Bohrer wieder heraus, so fallen die Kiesel in das Bohrloch zurück. Dann kann man aber, weil sie nun loser liegen, den doppelten Schraubenbohrer (Fig. 49.) zwischen sie bringen und die Steinstücke zu Tage fördern. Wenn sie sich zwischen die Windungen klemmen, so können oft vier Mann an dem Hebel die Bohrstange nicht drehen. Dann wird, um sie los zu machen, das Seil angezogen, die Bohrstange wird etwas gehoben und nach entgegengesetzter Richtung umgedreht; hierauf wird wie gewöhnlich weiter gebohrt, indem man das Seil nachläſst, wodurch es meistens gelingt das Instrument los zu machen, und die Kiesel zu zerstücken. Zuweilen aber bedient man sich erst eines der Meiſselbohrer (Fig. 50. 51. 52.), (Fig. 53. 54.), (Fig. 55. 56.) oder (Fig. 57. 58.).

Auch bedient man sich, statt des doppelten Schraubenbohrers, eines einfachen. Die Gewinde müssen wenigstens 1 Zoll stark, und in der Regel fast ganz von Stahl sein.

Vierte Classe von Bohrern.

31. Hierzu gehören die Meiſselbohrer, welche, gehörig gehärtet, Marmor, Sandstein, Kiesel und andere harte Gesteine angreifen. Im Allgemeinen müssen ihre Schneiden nicht zu spitze Winkel machen, um hinreichenden Widerstand zu leisten. Sie haben entweder nur Eine Schneide, wie (Fig. 50. 51. 52.), oder sind gekreuzt, wie (Fig. 53. 54.). Die erstern geben ein weniger genau cylindrisches Bohrloch, als die letztern, aber sie sind leichter im Stande zu erhalten.

Wenn man sich dieser Instrumente bedient, so mufs man die Bohrstange abwechselnd heben und wieder fallen lassen, während man sie zugleich, vermittelst der Arme, um einen Winkel von 60 Grad dreht, um das Gestein im Bohrloch zu zermalmen. Je schneller und öfter der Bohrer niederfällt, desto mehr rückt die Arbeit vor; aber um so mehr werden auch die Arbeiter an der Welle angestrengt, und um so öfter müssen sie ruhen oder abgelöset werden. Ist das Bohrloch schon so tief, dafs die Arbeit nicht weiter fortgesetzt werden kann, so hebt man die Bohrstange, vermittelst eines Hebels, dessen Drehpunct festgekeilt ist und der durch eine in der Nähe des Bohrloches aufgerichtete Säule gesteckt wird. Da aber die Bohrstange nicht schnell bewegt werden kann, wenn sie schwer ist, so ist die Arbeit langwierig und man mufs sich anderer Mittel bedienen, welche im vierten Abschnitte beschrieben werden sollen, und mittelst welcher man selbst die härtesten Steine in sehr grofser Tiefe durchbohren kann.

Zuweilen lassen sich mit sehr stumpfen Meifselbohrern kleine Steine zerstofsen oder gröfsere durchbrechen. Mufs aber in die Öffnung eine viereckige Röhre gebracht werden, so mufs man allmälig gröfsere Bohrstücke nehmen, welche unterhalb zwei schiefe Schneiden haben, in Form eines V. Diese Bohrstücke würden aber nur mit dem obern Theile wirken, weil die Spitzen des eingeschlossenen Winkels immer in dem Bohrloche von kleinerem Durchmesser liegen würden. Auch könnte man sich eines Bohrstückes bedienen, welches aus einem 4 Zoll im Durchmesser starken, 2 Fufs hohen, eisernen, am untern Ende einer eben solchen Stange befindlichen Cylinder bestände, dessen oberes Ende wie das der Mittelstücke beschaffen ist. Ungefähr in der Mitte der Höhe des Cylinders müfsten zwei lappenförmige Eisenplatten sein, welche unterhalb wagerecht abgeschnitten wären, und in eine Rinne in der Mitte des Kopfes von zwei Bohrern griffen, welche durch Schraubenbolzen mit den Lappen verbunden würden. Machte man jeden dieser Bohrer 4 Zoll stark, so würde man, da sie einander diametral entgegengesetzt am Cylinder angebracht sind, ein 12 Zoll weites Bohrloch bohren können. Der Cylinder reichte dann noch etwas tiefer als die Bohrer selbst, und griffe daher in das bereits vorhandene Loch, welches mithin so tief sein müfste, dafs das untere Ende des Instruments dasselbe nicht verlassen könnte. Da ein solches Instrument in der Ausübung noch nicht nöthig gewesen ist, so haben

wir keine Zeichnung davon gegeben; jedoch desselben erwähnen zu müssen geglaubt.

32. Kronbohrer. Zuweilen trifft man, wenn man sich dem Kalksteine nähert, auf sehr harten Thon, und dann bedient man sich zum Anfange der sogenannten Kronbohrer. Die gebräuchlichsten stellen (Fig. 59. und 60., 61. und 62., 63. 64. und 65.) vor. Haben sie in den Thon ein Loch gemacht, dessen Durchmesser dem ihrigen gleich ist, so nimmt man die Bohrer (Fig. 26. 31. 32. und 34. 35. 36.), aber von immer gröfserem Durchmesser, bis das Bohrloch die nöthige Gröfse hat. Auch im harten und gleichartigen Kreide-Kalkstein bedient man sich der Kronbohrer; aber die Bohrlöcher brauchen nicht erweitert zu werden, weil, wie hernach sich zeigen wird, nie Röhren in den Kalkstein getrieben zu werden brauchen.

Die Bohrer (Fig. 63. 64. 65.) von 3 bis zu 7 Zoll im Durchmesser, nagen gleichsam nur den Kalkstein, in welchen man damit bohrt, ab. Der gewundene Kronbohrer (Fig. 66. 67.) dringt dagegen schneller ein.

Um ein solches Bohrstück zu verfertigen, läfst man eine eiserne Stange von 4 Zoll im Mittel breit und 2 Fufs lang so schmieden, dafs ihre beiden langen Seiten nach entgegengesetzter Richtung abgeschrägt sind und unterhalb zusammenlaufen. Hierauf streckt man eine Stange Stahl in Gestalt einer langen sehr starken Messerklinge und macht in deren Rücken einen Einschnitt, in welchen die eiserne Stange greifen kann, während diese unterhalb gespalten ist, und hier den Stahl umfasset. Hierauf wird alles zusammengeschweifst, und von *d* bis *o* rothglühend gemacht, etwa in *mg* in einen Schraubenstock gefafst und vermittelst starker Hebel nach entgegengesetzten Richtungen gedrehet, wodurch *do* die Gestalt eines Schraubengewindes erhält. Dies wird so oft wiederholt, bis das Bohrstück die gewünschte Gestalt hat.

Da indessen die Verfertigung eines solchen Bohrstücks schwierig ist, und viel Vorsicht erfordert, dafs der Stahl nicht Risse bekomme, so darf man sich des Instruments nur in reinem und gleichartigem Kalkstein bedienen. Der Neigungswinkel des Schraubengewindes gegen die wagerechte Ebene darf übrigens nicht zu klein sein, damit es nicht zu stark eingreife und nicht zu schwer zu bewegen sei.

Wenn man mit dem Bohrloche bis zu einer gewissen Tiefe gekommen ist, so fallen häufig aus den Wänden Erdtheile oder Steinstücke nach.

Dann mufs, vorzüglich wenn man statt der $7\frac{1}{2}$ Zoll starken, hölzernen Röhren, welche das Wasser abhalten, blecherne einbringen will, die nur $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser nöthig haben, das Bohrloch vollkommen cylindrisch gemacht werden. Hierzu bedient man sich des sogenannten Sternkronbohrers (Fig. 68. 69. 70.), der von oben nach unten verjüngt zuläuft, im Querschnitte 6 aus- und einspringende Winkel hat und sich unterhalb in eine sechsseitige Pyramide *cgd* endigt, und welcher das Bohrloch so ausglättet, dafs man die blechernen cylindrischen Röhren einsetzen kann.

33. Wenn harte und trockene Schichten zu durchbohren sind, so mufs man von Zeit zu Zeit etwas Wasser in das Bohrloch giefsen, damit die Bohrstücke nicht heifs und weich werden.

34. Löffel. Wenn die vom eingegossenen Wasser aufgelöseten Theile am Boden des Bohrloches weder mit dem Schaufelbohrer, noch mit dem Instrumente (Fig. 31. 32. 33.) herausgeschafft werden können, so mufs man sich eines Löffels bedienen, der vom Schaufelbohrer nur darin unterschieden ist, dafs seine Öffnung an der Seite erst 5 Zoll vom untern Ende anfängt.

Wir wollen hier eines Instruments erwähnen, welches zwar nicht zu den Bohrstücken gehört, aber doch zu bemerken ist, weil man damit die Beschaffenheit des in verschiedenen Tiefen vorhandenen Wassers ausmitteln und dasselbe, unvermischt mit darüber stehendem, zu Tage bringen kann. Es ist (Fig. 71. 72.) ein hohler kupferner Cylinder, dessen Boden und Deckel Kugel-Abschnitte sind, und bestehet aus fünf Theilen, *a*, *n*, *m*, *p*, *q*. Der Theil *a* ist ein kupferner Cylinder von $1\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser, mit 2 Linien starken Wänden. Über dem Stücke *n* befindet sich ein eiserner oder kupferner Ring, mittelst dessen das Ganze an ein Seil gehängt werden kann. Die an die Enden von *a* angeschraubten Theile *p* und *q* enthalten jeder ein sehr leichtes Muschelventil, dessen Stiel durch einen kupfernen Steg geht. Da die Stücke *n* und *m* durchbohrt sind, so sieht man, dafs, so lange das Instrument sinkt, das Wasser vermittelst der Löcher und Ventile, welche letztere beide sich öffnen, in den innern Raum *a* eindringt und durchfliefst. Zieht man aber das Instrument in die Höhe, so schliefsen sich die beiden Ventile und lassen das zwischen ihnen befindliche Wasser nicht wieder entweichen; man kann also solches aus einer beliebigen Tiefe zu Tage fördern um es zu untersuchen.

Fünfte Classe von Bohrern.

35. Hierzu gehören nur zwei Instrumente, von welchen das eine nur erst einmal von seinem Erfinder, dem verdienstvollen Ingenieur-Officier Herrn v. Bellonet, bei Anfertigung eines Bohrbrunnens in der Citadelle von Calais gebraucht worden ist, und mit welchem man durch 130 Fufs mächtige Triebsandlagen gebohrt hat *).

Wenn der Sand, auf welchen man beim Bohren stöfst, mit erdigen Theilen vermengt und deshalb etwas zäher ist, so bedient man sich der Sandkelle (Fig. 73. 74.). Sie besteht aus einem Trichter von Eisenblech, durch welchen eine Stange *abc* mit schraubenförmigem Ende geht. Am obern Ende des Trichters *cao* ist innerhalb ein eiserner Ring *gh* befestigt und hieran der Biegel *mpn*, der in *p* mit der Stange *abc* verbunden ist.

---

*) In der Citadelle von Calais hat man 340 Fufs tief gebohrt. Zuerst kam eine Sandlage von 130 Fufs tief; darauf 70 Fufs Thon, und hierunter kreideartiger Kalkstein, der noch nicht durchdrungen wurde, obgleich man an 140 Fufs tief hinein bohrte. In 260 Fufs Tiefe unter der Oberfläche kam man auf Quellen, deren Wasser sich stets 250 Fufs hoch über der freigemachten Quelle erhält. Das Brack-Wasser, welches man während des Bohrens bis zu dem secundären Terrain traf, erhielt sich immer 5 Fufs unter dem Wasser des kreideartigen Kalksteins, und dies letztere hat unglücklicher Weise und unerwartet einen etwas salzigen Geschmack behalten, so dafs es nicht trinkbar ist. Einige sind der Meinung, dafs das salzige Wasser mit dem aus dem Kalkstein kommenden in Verbindung stehe; dies ist indessen zu bezweifeln, weil die Höhe, auf welcher sich die beiden Gewässer erhalten, verschieden ist. Jedoch ist es möglich, dafs ungeachtet aller Sorgfalt, das salzige Wasser von dem des Kalksteins abzuhalten, das erstere sich durch eine sehr kleine Öffnung längs der äufseren Seite der Röhrwand hinabzieht und mit dem letzten vermischt, wo dann der Unterschied der Höhen in der Verschiedenheit der eigenthümlichen Gewichte der Wasser seinen Grund haben kann.

Diese Brunnen-Arbeiten zu Calais sind sehr merkwürdig. Mit weniger Beharrlichkeit hätte man sie wahrscheinlich, der grofsen Schwierigkeit wegen durch eine so mächtige Sandlage zu dringen, wieder aufgegeben. Als man beinahe den dichten Thon erreicht hatte, bog sich die eine Wand der viereckigen Röhren nach innen, wahrscheinlich weil sie auf einen Stein gekommen war, der seine frühere Lage verändert hatte. Man mufste die Wand wieder eben machen, damit nöthigenfalls wieder engere Röhren in die weite eingetrieben werden konnten. Dies hielt die Vertiefung des Bohrloches beinahe einen Monat auf.

Um die in der einen Wand der äufsersten viereckigen Röhre entstandenen Splitter abzuschneiden, ohne gröfsere Kraft als die der Arbeiter an der Bohrstange zu gebrauchen, hatte man an die Bohrstange ein trapezförmiges Schneide-Eisen von einer der Weite der Röhre angemessenen Breite angebracht, und aufserdem, nach Herrn v. Bellonet's Anordnung, mehrere Holzstücke, die so viel salziges Wasser in der Röhre verdrängten, dafs das Gewicht der Stange dem des verdrängten Wassers beinahe gleich war. So konnte die Bohrstange auf eine gewisse Höhe erhoben werden und die Arbeiter konnten sie schnell wieder niederfallen lassen, wodurch man den Zweck erreichte.

Man sehe hierüber auch den vierten Abschnitt.

Bringt man dieses Werkzeug bis auf den Boden des Bohrloches, so lassen sich damit Stoffe heraufholen, die für den Schaufelbohrer nicht Cohäsion genug haben.

Im Triebsande kann man sich des Instruments (Fig. 75. 76.) bedienen, welches indessen nur zu Calais geschehen ist, nachdem man bereits 70 Fuſs tief durch Sand gedrungen war (man sehe Taf. V. Fig. 2.), und als die vorhin beschriebenen Instrumente nicht mehr zureichten.

Dieses Instrument besteht aus einem viereckigen blechernen Kasten *abcd*, mit dessen Achse die einer gleichfalls blechernen cylindrischen Röhre *lnkh* zusammenfällt. Beide werden durch eiserne Stangen *gggg*, und andere, welche im Grundrisse je um einen Viertelkreis von denen (Fig. 76.) abstehen, fest mit einander verbunden. In der cylindrischen Röhre *lnkh* dreht sich geräumig die Bohrstange, welche durch die kreisförmige Öffnung *g′o′* in den beiden am Kasten *abcd* befestigten Biegeln (Fig. 75. 76.) geht. Um den Theil der Bohrstange, welcher in die cylindrische Röhre fällt, legt sich ein Schneckengang *opqr* von mehreren Windungen, dessen unteres Ende in eine Art Schneckenbohrer *xyz* ausläuft. Am obern Ende der Bohrstange ist ein Ring *m′n′* befestigt, um zu verhindern daſs die Stange durch die Öffnung *g′o′* dringe. Die cylindrische Röhre *lnkh* reicht bis unter den Boden des viereckigen Kastens *abcd*, und zwar so weit, daſs das obere Ende des Schneckenganges noch in der Röhre sich befindet, wenn der Ring *m′n′* bis *g′o′* gekommen ist.

Der Boden *brc* des Kastens *abcd* läſst sich abnehmen, reicht bis *q′* und *r′* und legt sich an die blechernen Lappen *v′*, *x′* an den vier Seitenwänden. Die Schraubenbolzen in den vier Winkeln *ffff* halten das Ganze zusammen. Zwischen dem Boden des Kastens und einem am Cylinder befestigten Ringe *a′a′* liegt eine lederne Scheibe *h′h′*, damit kein Sand zwischen der Röhre *lnhk* und dem Unfange der kreisrunden Öffnung im Boden *brc* des Kastens hindurch fallen könne. Diese Öffnung ist nöthig, weil der Boden von Zeit zu Zeit abgenommen werden muſs.

Beim Gebrauche des Instruments läſst man es in der viereckigen Röhre so weit nieder, daſs das untere offene Ende *nk* der cylindrischen Röhre sich auf die Oberfläche des Sandes setzt. Hierauf wird die Bohrstange in den Sand eingedreht, wobei der Kasten unbeweglich in Ruhe bleibt. Ist der Ring *m′n′* bis nach *g′o′* gelangt, so drückt man (jedoch nur dies Eine Mal) vermittelst des Ringes, und durch gleichzeitige Umdre-

hung der Bohrstange, auf die Biegel, wodurch, ohne dafs diese sich biegen könnten, das ganze Instrument so weit niedergetrieben wird, bis das Röhrstück unterhalb des Bodens des Kastens *abcd*, um *rk* tiefer in den Sand gedrungen ist. Ist dadurch der Kasten in eine feste Lage gebracht, so erhebt man die Bohrstange wieder so weit, bis das obere Ende des Schneckenganges nach *g'o'* gekommen ist, wobei der Kasten in Ruhe bleibt, weil die Bohrstange in der Öffnung *g'o'* sich leicht dreht, und so fällt der Sand aus dem Schneckengange in die Räume *d'd'd'd'* aufserhalb der Röhre *lnhk*. Hierauf dreht man die Bohrstange wieder, wie vorher, niederwärts, und hebt von Neuem Sand aus dem Bohrloche in den Kasten. Nach etwa zwölf Niedergängen und Aufgängen der Bohrstange ist der Kasten gefüllt. Er wird dann herausgezogen und ausgeleert, indem man die Schrauben *tt* löset und den Boden *brc* abnimmt.

Der Vorzug dieses Instruments ist hauptsächlich, dafs es mit Einem Heraufziehen $1\frac{1}{2}$ Cubikfufs fördert, während das (Fig. 73. 74.) dreimal herausgezogen werden mufs. Ist aber der Sand nicht vollkommen flüssig, so kann es nicht gebraucht werden, weil sich dann das Bohrloch nicht immer wieder von Neuem füllt, und also der Schneckengang keine Wirkung hat.

Herr v. Gargan hat sich bei den (S. 151.) erwähnten Bohrungen zur Förderung des im Bohrloche zusammenfallenden Sandes mit Erfolg eines cylindrischen Löffels mit einem Ventile bedient, der an einem 6 bis 7 Linien starken Seile hing, und in weniger als 5 Minuten 300 Fufs tief herabgelassen und wieder gehoben werden konnte, wozu für den Bohrer über Eine Stunde erforderlich gewesen sein würde. Dieser Löffel besteht aus einer 4 Fufs hohen, 4 Zoll weiten cylindrischen Röhre aus weifsem Blech, mit Zinn gelöthet. Das untere Ende ist durch einen eisernen Ring verstärkt, welcher ein blechernes Ventil erhält, mit einem Ansatz zum Gewinde, welches sich um einen wagerecht an den Cylinder genieteten Bolzen dreht. Der Löffel wird, um ihn schwerer zu machen, mit einer 4 bis 5 Fufs langen Stange verbunden. Ist er bis zum tiefsten Puncte des Bohrlochs gelangt, so hebt man ihn 7 bis 8 Fufs hoch und läfst ihn plötzlich niederfallen, und zwar mehrere Male, ehe man ihn herauszieht. Dadurch öffnet sich das Ventil, und ein Theil des Cylinders füllt sich mit Sand.

Wir haben uns, jedoch unter andern Umständen, eines ähnlichen Löffels bedient, um ein Bohrloch zu vertiefen. Das Terrain bestand nicht

aus Triebsand, sondern aus außerordentlich hartem Kalkstein von crystallinischer Structur. Nachdem der Meißelbohrer stoßweise je drei Viertelstunden lang gewirkt hatte, brachte man einen cylindrischen Löffel mit einem Bodenventil an die Stelle und durch ihn die abgemeißelten Theile des Kalksteins in Gestalt eines Breies zu Tage.

Hülfsstücke.

36. Dazu gehören die Biegel, die Dreh-Hebel (von welchen bereits die Rede gewesen) die Schraubenschlüssel, die Durchsteck-Arme, die Aufhalter, die Bohrer-Zieher und die Werkzeuge zum Herausholen etwa abgebrochener Theile der Bohrstange.

37. Der Schraubenschlüssel (Taf. V. Fig. 77.) wird selten gebraucht, weil die Drehhebel fast dasselbe thun. Wäre indessen die Bohrstange sehr schwer zurück zu drehen, wie z. B. wenn sich zwischen die Windungen des Krätzers Steine eingeklemmt hätten, so kann man diesen Schlüssel nehmen, weil der längere Hebels-Arm desselben wirksamer ist. Er besteht aus einer eisernen Stange, welche so umgebogen ist, daſs zwischen den Schenkeln der Kröpfung ein Raum *abcd* bleibt, dessen Breite *bc* der Dicke der Bohrstange gleich ist. Das gekröpfte Ende *mn* muſs etwas schief gegen die Richtung der Bohrstange gehalten werden, damit es an derselben nicht hinuntergleite.

Wenn die Bohrstange beim Auf- oder Niedergange auf irgend ein Hinderniſs stöſst, so bedient man sich zweier Schlüssel, beinahe wie (Fig. 77.), aber kleiner. Ihr langer Schenkel ist etwa 18 Zoll lang, der kürzere 3 Zoll, beide sind 5 bis 6 Linien dick.

38. Die Durchsteck-Arme sind hölzerne Stangen, welche durch das Öhr am obern Ende des Kopfstücks gesteckt werden, und deren man sich allenfalls beim Anfang des Bohrens bedient. Die Drehhebel sind aber besser.

39. Aufhalter, um die Bohrstange im Bohrloche anzuhängen. Durch die kreisförmige Öffnung *ab* (Fig. 78.) geht ein Haken am Ende eines Seils, dessen anderes Ende an einen festen Punct, z. B. an den Krahnbalken, befestigt wird. Die Bohrstange kann in dem rechtwinkligen Einschnitte nicht gleiten, weil die Ebene *nopr* auf die Stange nicht ganz senkrecht ist. Man kann sich eines solchen Aufhalters zum Auseinandernehmen der Bohrstange, jedoch dazu auch der Drehhebel bedienen.

40. Verschiedene Arten von Bohrerziehern. Bei tiefen Bohrungen sind Instrumente nöthig, um abgebrochene Bohrstangen aus dem Bohrloche zu ziehen.

Liegt der Bruch unmittelbar über einer Gabel, so läfst man einen Bohrerzieher an einer Seite im Bohrloche hinab, und wenn derselbe die Bohrstange gefafst hat, so zieht man ihn zurück bis zur Gabel, welche das Instrument nicht abgleiten läfst. Bricht ein Mittelstück etwa in gröfserer Entfernung von seinem untern Ende, und man kann keinen Bohrerzieher bis unter die Gabel bringen, so nimmt man andere, welche wie Schneide-Eisen wirken und gleichsam an dem abgebrochenen Mittelstücke ein Schraubengewinde ausschneiden.

41. Der grofse Bohrerzieher (Fig. 79. 80.) kann wegen der Gröfse des Hakens *abo*, am untern Ende der Stange *cd* nur dann gebraucht werden, wenn der Bruch noch in einer der viereckigen Röhren liegt. In diesem Falle befestigt man den Bohrerzieher an das unterste Mittelstück des herausgekommenen Theils der Bohrstange, und läfst es vermittelst des Seiles bis zum Bruche hinab. Dann dreht man den am Seile hängenden Theil der Bohrstange so weit herum, dafs der im Bohrloche gebliebene Theil durch die Öffnung *am*, in den gekrümmten Haken nach *pq* gebracht wird. Hierauf wird das Seil angezogen, und da die Ebene des Hakens *abc* nicht ganz perpendiculair auf die Richtung der Stange *cd* ist, so entsteht eine Reibung zwischen der Bohrstange und dem Haken, welche um so gröfser ist, je stärker das Seil gespannt wird und je gröfser der Winkel ist, den beide Stangen mit einander machen.

Da indessen durch das Klemmen die Bohrstange leicht aufs Neue abbricht, so ist es besser, den Bohrerzieher lothrecht wirken zu lassen. Dann mufs die Ebene des Hakens *acb* (Fig. 79.) senkrecht auf die Richtung der Stange *cd* sein, was auch angeht, weil man das Instrument nur unterhalb der Gabel ansetzt, die es nicht abgleiten läfst.

Ist der im Bohrloche gebliebene Theil der Stange nicht stark eingeklemmt, so läfst sie sich durch blofses Anziehen des Seils herausziehen. Für den Fall, dafs sich Steine eingeklemmt hätten, wird späterhin noch ein sehr kräftiges Mittel angegeben werden, abgebrochene Stangen herauszuziehen, in so fern sie nicht etwa so fest eingeklemmt sind, dafs die Stangen zerreifsen.

42. Kleinere biegelförmige Bohrerzieher. Zerbricht die Bohrerstange im Kalkstein, etwa weil sie auf Feuersteine traf, wie bei Blengel (1. Abschnitt), so ist das vorhin beschriebene Instrument nicht mehr anwendbar, weil das Bohrloch im Kalkstein unterhalb der Röhre nur 3 Zoll im Durchmesser hat. Dann bedient man sich des Bohrerziehers (Fig. 81. 82.), welcher aus einer Stange und einem beweglichen Biegel besteht, der sich schwer um seine Axe dreht, so dafs er in der Lage stehen bleibt, die man ihm giebt. Ist das Instrument in das Bohrloch hinabgelassen, so sucht man das Ende der abgebrochenen Stange in den Biegel *cd* zu bringen. Ist solches gelungen, so wird das Seil angezogen, und da der Biegel *gpq* einen um so gröfsern Winkel mit der Stange macht, je stärker dieselbe aufwärts gezogen wird, so klemmt der Biegel das abgebrochene Stück um so stärker an.

43. Der schraubenförmige Bohrerzieher (Fig. 83.) hat die Gestalt eines Propfenziehers. Innerhalb wird er von unten nach oben etwas enger, damit er die abgebrochene Bohrerstange leichter fassen könne, und zwar vermittelst eines auf der hohlen Seite liegenden Schraubengewindes *ab*, welches durch zwei gekrümmte Flächen, die einander unter einem stumpfen Winkel schneiden, gebildet wird.

Hat das Instrument das obere Ende der Bohrerstange gefafst, so wird es umgedrehet, und schneidet sich alsdann in die Stange schraubenartig ein. Da die Schraubengänge aber sehr weit sind, so gleitet es leicht ab, wenn viel Kraft zum Herausziehen erforderlich ist. Indessen leistet dieser Bohrerzieher in vielen Fällen gute Dienste.

44. Der glockenförmige Bohrerzieher (Fig. 84.) ist, gehörig verfertigt, unstreitig der beste von allen. Seine kegelförmige Höhlung *abc* ist verstählt, und einem Schneide-Eisen zu dreieckigen Schraubengewinden zu vergleichen, in welchem die Höhe jedes Ganges 2 Linien beträgt. In dieselbe dringt das obere Ende der abgebrochenen Bohrerstange, wenn man den Bohrerzieher umdreht. Die Höhlung mufs beim Gebrauch mit Öl oder dergleichen geschmiert werden, und der Bohrerzieher dann von den Arbeitern langsam vorwärts, nie aber wieder zurück gedreht werden, weil sonst das Anschneiden des Schraubengewindes an dem obern Ende des abgebrochenen Theils der Bohrerstange nicht gelingen würde.

Hat ein solcher Bohrerzieher einmal gefafst, so mufs die Bohrerstange sich fast unvermeidlich heben, weil sonst das neu gebildete

Schraubengewinde sich gleichsam abstreifen müfste, wozu, wie die Erfahrung zeigt, mehr Gewalt gehört, als zum Zerreifsen der Stange selbst. Die Schraubengewinde werden zwar freilich nur in die Kanten der Bohrerstange eingeschnitten, weil sie viereckig ist; aber sie sind dennoch stark genug, um die abgebrochene Stange zu Tage zu fördern, so lange diese selbst nicht zerreifst.

Kosten des Bohrers nebst Hülfsstücken, wenn 300 Fufs tief gebohrt werden soll.

45. [Der Betrag der Kosten hängt von den Preisen des Arbeitslohnes und der Materialien ab. Es bleibt deshalb die von Herrn Garnier gegebene ziemlich ausführliche Berechnung zur Ersparung des Raums weg, und es wird nur bemerkt, dafs die gesammten Kosten 2014 Franken 15 Centimen (etwa 537 Rthlr.) betragen, wobei folgende Preise angenommen sind.

100 Kilogrammen Eisen zu	70 Franks			(das Pfund etwa 3 Sgr.)
1 Kilog. ungarischer Stahl	2	-	20 Cent.	(das Pfund etwa 9 Sgr.)
Tagelohn eines Schmidts .	3	-	50 -	(etwa 28 Sgr.)
Desgleichen eines Hülfs-Arbeiters zum Feilen . .	2	-	50 -	(etwa 20 Sgr.)
Desgleichen eines Arbeiters am Blasebalg	1	-	50 -	(etwa 12 Sgr.)
1 Hectoliter Steinkohlen .	3	-	50 -	(der Scheffel etwa 15 Sgr.)

Mit einem solchen Bohrer kann man 300 Fufs Tiefe erreichen, und durch Sandlagen viereckige Röhren, 1 Fufs aufsen weit, eintreiben, das Bohrloch in Thon aber 7 Zoll und in kreideartigem Kalkstein 4 Zoll im Durchmesser weit machen.

In der Kostenberechnung sind nicht sämmtliche oben beschriebene Instrumente aufgenommen, weil dieselben nur dann nöthig wären, wenn man auf sehr grofse Schwierigkeiten stiefse.

Hat man nur durch Thonlagen und kreideartigen Kalkstein zu bohren, so können noch mehrere der berechneten Instrumente wegbleiben, und die Kostensumme würde sich dann nur auf 1558 Franken (etwa 415 Rthlr.) belaufen.]

46. 47. 48. 49. 50. [Diese Paragraphen enthalten die Beschreibung einer Ramme mit dreieckigem Schwellenwerke und zweier dreifüfsiger Hebeböcke, deren Füfse auf Schwellen stehen und die nur we-

nig von den gewöhnlichen abweichen, und aufserdem noch die Kostenberechnung eines dieser Hebeböcke. Solche Gerüste sind nöthig, sobald etwas tief gebohrt werden soll, aber zu bekannt, als dafs besondere Zeichnungen und deren Erklärung hier nöthig wären. Sie bleiben also zur Ersparung des Raums weg. Nur das mag angeführt werden, dafs am Rammtaue bald die Bohrerstange aufgehängt wird, bald der Rammklotz, mittelst dessen man die Röhren eintreibt; dafs man sich mit Vortheil des Schnellhakens bedient, dafs Herr Garnier die Kosten eines Hebebockes auf 1191 Fr. 35 Cent. (etwa 317 Rthlr.) berechnet, und dafs also zu einem gebohrten Brunnen von 300 Fufs tief, die obigen 2014 Fr. 15 Cent. und die gegenwärtigen 1191 Fr. 35 Cent., zusammen 3205 Fr. 50 Cent. (oder etwa 854 Rthlr.) für Werkzeuge erforderlich sein würden.]

Vierter Abschnitt.

Nachtheile einer zu geringen Weite des Bohrloches in den obersten Schichten.

51. Wenn in der Gegend, wo man einen Brunnen bohren will, schon andere dergleichen vorhanden sind, so kennt man ziemlich genau die über dem Kalkstein liegenden Erdschichten und kann folglich im Voraus wissen, auf welche Schwierigkeiten man stofsen werde. Entfernter von der Gegend aber läfst sich nicht voraus bestimmen, durch welche Schichten man werde bohren müssen, und dann trifft man oft während der Arbeit auf unvorhergesehene Hindernisse. Diese entstehen vorzüglich dann, wenn die ersten eingetriebenen viereckigen Röhren zu enge waren, weil dann in dieselben nicht genug engere eingebracht werden können, was unvermeidlich nöthig ist, wenn man sehr tief bohren will. Daher hat man die Arbeiten an der Mündung des Authieflusses (Taf. IV. Fig. 1.), ungeachtet man drei Röhren von verschiedener Weite genommen hatte, aufgeben müssen, nachdem man bereits 60 Fufs Sand, 20 Fufs Torf, 3 Fufs Kieselgeschiebe und wieder 30 Fufs Sand (von etwas anderer Farbe) durchbohrt hatte, weil sich keine vierte Röhre mehr einbringen liefs.

Will man daher Bohrbrunnen in Gegenden machen, wo mächtige Sandlagen zu vermuthen sind, wie z. B. im nördlichen Frankreich und Belgien, so mufs man die ersten viereckigen Röhren so grofs nehmen, dafs allenfalls noch fünf andere darin Raum finden. Dann wird man fast immer sicher sein, eine grofse Tiefe zu erreichen, wenn auch der Sand 70 bis 80 Meter hoch läge.

52. Obgleich man nur selten so schwierigen Boden trifft, so soll doch die vorgelegte Frage möglichst allgemein beantwortet werden. Wir wollen daher annehmen, dafs über den Thonlagen lauter Triebsand liege, und zuvörderst zeigen, wie die viereckigen Röhren zu verfertigen sind, die durch den Triebsand eingetrieben werden müssen.

Viereckige Röhren.

53. Die Bohlen zu den viereckigen Röhren werden am besten von verwachsenem (*tortillard*) Ulmenholze genommen, weil solches die Rammschläge sehr gut aushält. Eichene Bohlen sind nicht so fest und die Röhren werden von den Rammschlägen eher gespalten.

54. Die Jahresringe der Bohlen müssen bei der Zusammensetzung der Röhren mit den hohlen Seiten nach Aufsen gekehrt sein, weil die Bohlen stets ein Bestreben haben, sich der Breite nach von Aufsen nach Innen zu krümmen.

55. Dieses Bestreben der Bohlen rührt daher, weil die Faserschichten sich mehr zusammenziehen, als die dazwischen liegenden markigen Theile, und die Bohle also beim Austrocknen sich der Krümmung der Jahresringe entgegen werfen mufs.

56. Die Zusammensetzungs-Art der Röhren von verschiedener Weite ist im Ganzen immer dieselbe. Sie ist daher nur für Eine bestimmte Weite zu beschreiben nöthig. Wir wollen 1 Fufs im Lichten weite Röhren annehmen, welche meistens hinreichen, wenn die Schwierigkeiten nicht sehr grofs sind; jedoch soll auch gröfserer Röhren gedacht werden, für beträchtlichere Tiefen.

57. Das erste Röhrenstück, nemlich das unterste, wird aus vier Bohlen ab, $a'c'$, cd und $d'b'$ (Taf. VI. Fig. 85. 86.) von gleicher Dicke zusammengesetzt, von welchen ab und cd 12 Fufs, $a'c'$ und $d'b'$ etwa 9 Fufs lang sind. Man setzt zuvörderst die beiden kurzen Stücke $a'c'$ und $b'd'$ in die Falze na' und $b'q$ (Fig. 86.), welche in der ganzen Höhe ab (Fig. 85.) ausgearbeitet sind, und befestiget sie mit Nägeln e, e, welche über Eck und 1 Fufs von einander durch die Bohlen $a'c'$, $b'd'$ in die Bohle ab geschlagen werden (Fig. 86.). Mitten dazwischen werden Nägel wie q', q', durch ab in $a'c'$ und $b'd'$ geschlagen. Hierauf bringt man in die Nuthen der obern Hirn-Enden von $a'c'$ und $b'd'$ zwei eiserne Schienen ss (Fig. 85.), deren mit Schraubengewinden versehene Enden durch Löcher gehen, welche in p' durch ab gebohrt sind, und worauf blecherne Scheiben 3, 4

gesteckt werden, gegen welche man die Muttern 1, 2 drehet. Die vierte Bohle *cd* wird wagerecht gelegt und *cd* mit den Falzen $a''d'$, $b''c'$ (Fig. 86.) genau auf die Giebelseiten von $a'c'$ und $b'd'$ gepafst, so dafs die Schraubenspindeln *rp* durch die in *r* gebohrten Löcher gehen und Scheiben und Muttern darauf gebracht werden können. Hierauf werden Nägel wie in *ab* eingeschlagen. Das Röhrenstück wird nun noch nach Fig. 85. 87. 88. verschuhet. Da der Schuh unterhalb gut verstählt werden mufs, so schweifst man zwei eiserne Stangen mit einer dazwischen gelegten stählernen Stange *no* (Fig. 87.) genau zusammen. Der Schuh wird sorgfältig, vermittelst eiserner Nägel oder Stifte *ac*, *df* mit versenkten Köpfen, an die Röhre befestiget, deren unteres Ende aufserhalb und innerhalb mit Blechtafeln *ab*, $b'c$, $c'd$ und gf' (Fig. 85. 87. 88.) bekleidet wird. Die Kanten des Schuhes müssen etwas über die äufsern Seiten der Röhre hervorragen, um das Eintreiben der letztern zu erleichtern.

58. Das zweite, d. h. das auf das vorbeschriebene folgende Röhrenstück wird aus vier gleich langen Bohlen *ab*, *cd*, *ef*, *gh* (Fig. 89. 90.), welche paarweise so breit sind wie die im ersten Röhrenstück, zusammengesetzt. Die Bohlen *ab* und *ef* (Fig. 90.) reichen um die Höhe $g'h'$ über die andern *cd*, *gh* hinauf, während diese unter jene um *mn*, gleich $g'h'$ hinunterreichen. Fig. 90. stellt die Bohlen vor, wenn sie neben einander hingelegt würden. Angenommen, das erste Rohrstück sei so tief eingerammt, dafs das obere Ende der Bohlen $a'c'$, $b'd'$ (Fig. 86.) die Oberfläche des Bodens erreicht habe und dafs man die Röhren noch tiefer eintreiben wolle, so wird das zweite Röhrenstück *h* (Fig. 89.) so auf das erste gesetzt, dafs die Bohlen *ab* und *ef*, auf die *ab* und *cd* (Fig. 85. und 86.) treffen, und mit demselben, vermittelst der Nuthen *pq*, *vx* (Fig. 90.), in welche die Schienen *ss* (Fig. 85.) und g'' (Fig. 89.) auf die halbe Breite greifen, verbunden werden. Die Verbindung der Wände *ab* des zweiten Röhrenstücks mit denen des ersten sieht man in $g''g''$ (Fig. 89.). Die tiefer hinab reichenden Bohlenstücke *cd*, *gh* (Fig. 90.) werden auf dieselbe Weise mit den Bohlenstücken $a'c'$ und $b'd'$ (Fig. 86.) verbunden. Um beide Röhrenstücke noch fester mit einander zu verbinden, nagelt man auf die Höhe $a'x$ (Fig. 89.) die Bohlen des einen mit denen des andern zusammen, und steckt aufserdem noch durch die Löcher, welche in die Bohlen *cd* und *gh* nach ihrer Breite gebohrt sind, schwache Schrauben ee' (Fig. 89.), deren Köpfe, Scheiben und Muttern versenkt sind.

So wird das zweite Röhrenstück mit dem ersten, das dritte mit dem zweiten u. s. f. so genau verbunden, dafs alle nur als ein einziges anzusehen sind. Man kann auf die Verfertigung der viereckigen Röhren nicht genug Sorgfalt wenden, weil das Gelingen des ganzen Unternehmens davon abhängt. Daher mufs man auch, ehe die Röhren eingetrieben werden, genau nachsehen, ob sie von untadelhafter Beschaffenheit sind.

Cylindriche Röhren aus Bohlen.

59. Die viereckigen Röhren sind bisher immer angewendet worden, um durch Sandlagen zu gelangen, und die Erfahrung hat gezeigt, dafs sie, sorgfältig behandelt, selbst in grofsen Tiefen hinreichen. Indessen ist nicht zu leugnen, dafs es zuweilen sehr schwer ist sie einzutreiben, weil der Bohrer nur ein cylindrisches Loch macht, dessen Querschnitt die Seite der viereckigen Röhre zum Durchmesser hat, so dafs also die Röhre selbst den noch nicht aufgelockerten Theil des Bodens verdrängen mufs. Wenn nun dieser sehr lose ist, so ist es zuweilen fast unmöglich, die Röhren hineinzubringen.

Es scheint uns deshalb, dafs cylindrische Röhren aus Bohlen besser sein würden, als viereckige, obgleich sie bis jetzt noch nicht gebräuchlich waren.

[Hier folgt der Entwurf zu achteckigen Röhren aus Bohlen, deren Construction im Wesentlichen dieselbe ist, wie die der viereckigen Röhren. Da aber der Vorzug der achteckigen Röhren zweifelhaft sein möchte, weil 8 Fugen noch übler sind als 4, so mag der letzte Theil dieses Paragraphs, des Raumes wegen, wegbleiben.]

60. 61. [Diese Paragraphen enthalten die Berechnung der Kosten einer viereckigen und einer achteckigen Röhre von gleicher Höhe und Weite. Auch diese Berechnungen müssen um den Raum zu sparen wegbleiben. Die Kosten der viereckigen Röhren verhalten sich, nach der Berechnung, zu denen der achteckigen ungefähr wie 5 zu 8.]

Viereckige Röhren in einander.

62. Mufs in die erste Röhre eine zweite, in diese eine dritte, vierte und endlich eine fünfte eingetrieben werden, so mufs die erste aufsen 2 Fufs 9 Zoll und im Lichten 2 Fufs 3 Zoll weit sein; die zweite aufserhalb 2 Fufs 2 Zoll und im Lichten 1 Fufs 9 Zoll; die dritte aufserhalb 1 Fufs 8 Zoll und im Lichten 1 Fufs $3\frac{1}{2}$ Zoll; die vierte aufserhalb

1 Fuſs 2 Zoll 10 Linien und im Lichten 11 Zoll; die fünfte auſserhalb 10 Zoll 3 Linien und im Lichten 7 Zoll 4 Linien weit.

Fünf Röhren in einander werden übrigens nur in den schwierigsten Fällen nöthig sein, und darauf bezieht sich die Zeichnung (Fig. 96.").

Grube zum Anfange des Bohrloches.

63. Ist die Stelle bestimmt, wo gebohrt werden soll, so gräbt man, um das Gerüst über der Erde zu ersparen und die Arbeit zu erleichtern, einen runden Brunnen von 15 bis 18 Fuſs tief und etwa 5 Fuſs weit, und zimmert denselben auf folgende Art aus.

Angenommen, daſs man mit der Auszimmerung bis *mn* (Fig. 91.) gekommen sei, so stellen sich, um weiter fortzufahren, zwei Arbeiter in *mn*, und schaffen mit dem Karst und der Schaufel das Erdreich 3 Fuſs tiefer aus der Grube. Sind sie bis *ab* gekommen, so steigt der eine aus dem Brunnen und der andere schlägt 12 oder 15, 8 bis 9 Linien starke Pfähle im Umfange der Grube, in gleichen Entfernungen von einander, etwa 3 Zoll tief in den Boden (Fig. 91. 92.). Hierauf ziehet er einen der Pfähle, z. B. *a*, nach sich und breitet dahinter Stroh gleichförmig aus. Ist solches auf die ganze Höhe $g'q'$ geschehen, so macht er in g' einen kleinen Einschnitt, den er hinter allen Pfählen herumführt, und nachdem er hierauf das Stroh zusammengedrückt hat, biegt er die Pfähle etwas an ihrem obern Ende, um sie hinter die Stange *mn* zu stecken. Ist solches mit allen Pfählen geschehen, so legt er im ganzen Umfange herum eschene Stangen, so lang als der Umfang. Um diese Arbeit zu erleichtern, steckt er zuerst eine Stange, z. B. *ab* (Fig. 91.), etwas schief in die Erde, und biegt sie, indem er darauf tritt, so, daſs sie sich überall an die Wand des Brunnens legt, wie *aqb*. Auf diese Weise bringt er noch eine oder zwei Stangen übereinander hinein; da es aber zu schwierig sein würde, alle Stangen so zu legen, so verfährt man auf folgende Weise. Dem Arbeiter im Brunnen werden von dem oben stehenden zwei Stangen zugereicht, von welchen er die eine $o'p'$ (Fig. 91. 92.) mit ihrem untern Ende o' in den Boden steckt, die andere *xy* aber auf die bereits gelegten 3 oder 4 Stangen setzt. Da nun die Stange $o'p'$ stets unter der *xy* und auf der rechten Schulter des im Brunnen befindlichen Arbeiters liegt, so kann derselbe erstere stets nach der cylindrischen Wand *h*, *o*, *p*, *q*, *r* hindrängen, während der oben stehende Arbeiter das obere Ende in den Händen behält, so daſs sie ziemlich genau die Oberfläche eines Kegels durchläuft, dessen

Spitze in h liegt. Während dies geschieht, tritt der Arbeiter im Brunnen in d' (Fig. 92.) auf die Stange xy, und zwingt sie, mit Hülfe der andern $o'p'$, sich wagerecht an der Wand des Brunnens umher zu legen. So fährt man fort, bis der ganze Raum an bekleidet ist.

Bei der gewöhnlichen Stärke der Stangen sind deren etwa 40 auf 3 Fuſs Höhe des Brunnens nöthig, und ein geschickter Arbeiter kann sie in $1\frac{1}{2}$ Stunden einlegen.

Man geht nun 3 Fuſs tiefer und fährt so fort, bis der Brunnen die verlangte Tiefe erreicht hat; dann schlägt man unten, im ganzen Umfange umher, etwas schräg kleine Pfähle ein, um die 3 oder 4 untersten Stangen festzuhalten.

Nachdem hierauf der Boden $a''b''$ (Fig. 91.) sorgfältig geebnet worden, werden darin vier Einschnitte c'', d'', e'', f'' (Fig. 92.), $a''c''$ (Fig. 91.) gemacht, und in dieselben 4 Stücke Holz gelegt, die so mit einander verbunden sind, daſs ihre Oberfläche genau in die des Bodens fällt. Liegen diese Stücke fest, so wird die quadratische Öffnung in der Mitte mit zwei ausgefalzten Stücken Holz $m'n'$ ausgefüllt, deren jedes die Hälfte einer kreisförmigen Öffnung enthält. Dann wird oberhalb des Brunnens ein eben solches Holzwerk angebracht (Fig. 91. 93.), und zwar so, daſs die Mittelpuncte der kreisrunden Öffnungen k (Fig. 93.) und v (Fig. 92.) genau in einerlei Loth fallen, um die Bohrerstange stets in senkrechter Richtung zu halten.

Ist zu vermuthen, daſs das Bohren lange dauern werde, und daſs viele Röhren eingetrieben werden müssen, so muſs man den ausgegrabenen Theil des Brunnens sehr fest verzimmern und zwar auf folgende Weise.

Man legt zuerst einen aus zwei Längen und aus zwei Querschwellen a, a, cc (Fig. 95.) bestehenden Rahm wagerecht, wenig unter die Oberfläche des Bodens, dessen Schwellen durch die Leisten d', d', d, d in rechtwinkliger Lage erhalten werden. Hierauf gräbt man den darunter befindlichen Sand u. s. w. aus, und treibt die Bohlen e, e, e', e', e', e', ... hinter den Schwellen a, a, c, c 2 Fuſs tief schräg ein. Hat man $3\frac{1}{2}$ Fuſs tief ausgegraben, so legt man auf den gut geebneten Boden einen dem vorigen ähnlichen Rahmen, dessen Schwellen jedoch nur 5 Fuſs 4 Zoll lang sind, und treibt dann die Bohlen e, e, e', e' ... so weit ein, bis sie sich in der Fig. 95. (auch Taf. VII. Fig. 105.) angegebenen Lage befinden. Dann setzt man zwischen den ersten und den zweiten Rahmen vier Ständer

h, *h*, und treibt an der äufsern Seite des untern Rahmens *qrst* wieder, wie um den obern herum, andere Bohlen *f*, *f*, *i*, *i*, . . . ein, um das Nachfallen der Erde zu verhindern. So fährt man fort und erreicht mit 5 Rahmen (oder Schwellenwerken) 18 bis 19 Fufs Tiefe (Taf. VI. Fig. 95.), ohne alle Gefahr für die Arbeiter. Diese Art sich einzugraben, ist derjenigen ähnlich, deren man sich nach Héron de Villefosse's Beschreibung in den Steinkohlen-Gruben im Tecklenburgischen im flüssigen Sande bis auf 40 Fufs Tiefe bedient.

Eintreiben der viereckigen Röhren.

64. Ist der obere auszugrabende Theil des Brunnens so weit gekommen, so legt man auf die Schwellen *n*, *n*, *n*, *n* (Fig. 95. und 96.) des untersten Rahmens vier andere *n'g*, *ki*, *lv*, *xy* aufeinander und auf die vorigen senkrecht, und eben dergleichen auf den zweiten Rahmen von oben *qrst* (Fig. 95.) (das letzte Schwellenwerk wird wieder weggenommen, sobald die Röhre 12 bis 15 Fufs tiefer eingetrieben ist); nur müssen die Seiten der Öffnungen in den beiden Schwellenwerken genau lothrecht über einander fallen, weil nur dann die Röhre vollkommen senkrecht eingetrieben werden kann. Gleichwohl sind immer noch hölzerne Keile, bald im obern, bald im untern Schwellenwerk, bald in beiden zugleich nöthig. (Man sehe Fig. 95. 96.). Um zu erfahren, ob die Röhre unter der Ramme stets lothrecht in den Grund dringe, halten zwei Arbeiter Bleilothe an die Mittellinien zweier aneinander liegenden Wände der Röhre. Dem geringsten Überhängen wird sogleich durch Keile abgeholfen.

65. Nachdem die Schwellenwerke gelegt worden, bohrt man mit einem der oben beschriebenen Bohrer ein Loch, so tief bis der Sand nicht mehr stehen will. Zu diesem Ende befestigt man den Ring *abc* (Taf. V. Fig. 20.) an das Seil *g*, hängt die Bohrerstange vermittelst eines Bolzens *v* an den Biegel *def*, und befestigt an die Stange das Bohrstück. Bevor man jedoch den Bohrer umzudrehen anfängt, werden auf das obere Schwellenwerk vier kleine Balken gelegt, die so weit über einander geschnitten sind, dafs ihre Oberfläche in einerlei Ebene fällt, und die je so weit von einander entfernt sind, dafs sie eine Öffnung von der Gestalt und Gröfse *abcd* (Taf. VI. Fig. 97.) bilden. In diese Öffnung steckt man einen Aufsatz, aus zwei Theilen *bo*, *op* (Fig. 98.) bestehend, in deren jedem nach (Fig. 99.) die Hälfte einer cylindrischen Öffnung ausgearbeitet ist, durch welche die

Bohrerstange geht, die auf diese Weise eine lothrechte Stellung behalten mufs. Das zweite Schwellenwerk *qrst* (Fig. 95.) wird mit Rüstbohlen belegt.

66. Drei oder vier Arbeiter drehen nun die lothrechte Bohrerstange vermittelst der durch die Keile *d*, *e* (Taf. V. Fig. 24.) befestigten Drehhebel um, während sie zugleich auf dieselben drücken, und treiben so den Bohrer in den Sand. Ist der Löffel mit Sand angefüllt, so ziehet man den Bohrer heraus, nachdem man die auf das erste Schwellenwerk gelegten Holzstücke weggenommen hat, und setzt die erste Röhre ein, indem man sie vermittelst eines Seiles an das Rammtau hängt, wo sie dann mit der Hand leicht in die Öffnungen der beiden Schwellenwerke gebracht werden kann. Ist solches geschehen, so setzt man auf die zwei kürzeren Bohlen *a′c′*, *b′d′* (Taf. VI. Fig. 85. 86.) der ersten Röhre zwei 3 Fufs lange Bohlenstücke, und verbindet sie einstweilen mit *ab* und *cd* durch Nägel und einen eisernen Ring. Hierauf legt man zwei eiserne Stäbe in die Nuthen der obern Hirn-Enden der längeren Bohlen *ab*, *cd*, damit solche nicht durch die Rammschläge beschädigt werden, und auf das obere Ende der Röhre ein Gevierte. Dasselbe besteht aus vier auf einander rechtwinkligen Stücken, von welchen *mn*, *rs* sich auf die (Fig. 100.) angegebene Art auf die langen Bohlen *ab*, *cd* (Fig. 85.) legen. Auf den gedachten vier Stücken liegen, um die rechteckige Öffnung *abcd* zu verkleinern, vier andere kürzere *ef*, *gh*, *ik*, *lm*, und zwischen diese wird dann ein Knecht gesteckt, der beinahe die Form des Propfes (Fig. 98.) hat. Dann kann man den Rammklotz auf die Röhre fallen lassen und dieselbe in das Bohrloch treiben, ohne fürchten zu müssen, dafs sie beschädigt werde.

Verbindung der einzelnen Röhrenstücke miteinander.

67. Ist das erste Röhrenstück etliche Fufs tief in den Sand getrieben, so nimmt man den eisernen Ring und die zwei kurzen Bohlenstücke ab und setzt das zweite Röhrenstück auf, dessen hervorragende Theile genau in die Vertiefungen des ersten passen müssen. Haben die kleinen eisernen Schienen wie *ss* (Fig. 85.) in die Nuthen der untern Hirn-Enden des zweiten Röhrenstücks gegriffen, so wird es auf die bereits beschriebene Weise mit dem ersten verbunden, und dann verfährt man mit dem obern Ende des zweiten Stückes wie mit dem des ersten. In den beiden verbundenen Röhrenstücken läfst man nun wieder die Bohrerstange hinab, bringt von Neuem die beiden Theile *bo*, *op* (Fig. 101.) des Propfes

an und setzt das Bohren auf die obige Weise fort. Ist Sand genug gefördert, so werden die Röhren wieder tiefer eingerammt. Damit mufs man aber ja nicht warten, bis mehrere Fufs tief durch Sand gebohrt worden ist, sondern vielmehr mit dem Bohren und Rammen recht oft wechseln; weil dann der Sand nicht bedeutend nachfallen kann, und man die Arbeit mehr in seiner Gewalt behält.

68. Sind zwei Röhrenstücke mit einander verbunden, so legt man Balken *u'*, *u'* (Fig. 95.), mit der Oberfläche des Bodens gleich, unmittelbar auf die Schwellen *a*, *a*, und darauf Rüstbohlen *s's'*, welche wieder aufgehoben oder verschoben werden können.

69. Die äufserste, aus mehreren Stücken zusammengesetzte weite Röhre ist schwer einzurammen; allein da sie nur das Nachfallen des Sandes auf 25 bis 30 Fufs tief verhindern soll, und übrigens so weit ist, dafs man bis zu vier engere Röhren in sie hineinbringen kann, so läfst man sie stehen, sobald der Rammklotz nicht mehr auf sie wirkt. Dann läfst man eine zweite hinab, von den (§. 62.) angegebenen Abmessungen. Zuvörderst wird das unterste verschuhete Röhrenstück hineingebracht, nachdem in dasselbe, 3 Fufs unter der Oberkante der längsten Bohlen, durch dieselben, eine eiserne, 1 Zoll im Quadrat dicke Stange gesteckt worden, an deren beiden Enden ein Seil befestigt ist, welches vermittelst eines Hakens am Rammtau aufgehängt wird. Ist dieses Röhrenstück in eine lothrechte Lage gebracht, so läfst man es so weit nieder, bis sich die Enden der durch dasselbe gesteckten eisernen Stange auf die Oberkante der bereits festgetriebenen, und in der Höhe des auf das zweite Schwellenwerk *qrst* (Fig. 95.) gelegten Bodens abgeschnittenen äufsersten Röhre setzen, und so das Röhrenstück festhalten. Dann wird mit demselben auf die obige Weise ein zweites verbunden, und so wird fortgefahren (jedoch werden die Querstangen immer wieder herausgezogen), bis die innere Röhre bis zum Fufse der äufseren gekommen ist. Hierauf bohrt man wieder 1 Fufs tiefer und rammt dann die innere Röhre weiter ein, u. s. f.

70. Fürchtete man, dafs die eiserne Stange, welche man quer durch die Röhrenstücke steckte, um sie herabzulassen oder zu halten, ihre Festigkeit vermindern werde, so könnte man auch wie beim Einbringen der gebohrten Röhren verfahren; wovon weiter unten.

Hindernisse auf welche man beim Einrammen der viereckigen Röhren treffen kann und Mittel dieselben zu vermeiden.

71. Man muſs, wie gesagt, mit dem Rammen anfangen, sobald die Röhren 7 bis 8 Zoll tief in den Sand eingedrungen sind. Die Arbeit wird freilich dadurch sehr verzögert, aber die Zeit darf nicht in Betracht kommen, weil es besser ist etliche Tage mehr anzuwenden und sicher zu gehen, als geschwinder zu arbeiten und am Ende wieder von vorn anfangen zu müssen. Indessen ist es schon vorgekommen, daſs ungeachtet der gröſsten Sorgfalt, und nachdem die erste innere Röhre schon 60 bis 80 Fuſs unter die Oberfläche des Bodens eingetrieben war, dennoch der Sand 12 bis 15 Fuſs in derselben in die Höhe gestiegen ist, und die schwierige, eben beendigte Arbeit von Neuem hat wieder angefangen werden müssen. Dies kommt dann vor, wenn der die Röhre umgebende Sand beim Einrammen erschüttert wird; solches geschieht sogar zuweilen so plötzlich, und der Sand ist wegen der Feinheit und Beweglichkeit seiner Theile so wasserähnlich, daſs man häufig nicht Zeit genug gehabt hat, die Instrumente aus dem Bohrloche heraus zu ziehen, sondern sie hat stecken lassen müssen.

72. Zuweilen drückt auch der Sand so stark gegen die äuſsern Seiten der Röhren, daſs die stärksten Rammschläge nur wenig wirken. Wir haben zu Calais gesehen, daſs Röhren, welche 77 Fuſs in sehr flüssigen Triebsand getrieben waren, in 11 Hitzen, jede von 30 Schlägen, bei einem mehr als 700 Pfund schweren Rammklotze, nicht mehr als 1 Zoll wichen. Die Elasticität der Wände der Röhre hindert die Fortpflanzung der Wirkung des Rammklotzes auf das untere Ende derselben. Die Vermehrung der Fallhöhe durch den Schnellhaken würde aber nur eine kurze Zeit Statt finden können, da die Bohlen für die Schläge einer solchen Ramme zu schwach sind, und die Röhren bald zerschlagen werden würden. Man muſs daher alsdann engere Röhren in die bereits zum Stehen gekommenen einbringen, was auf die beschriebene Weise geschieht.

Man schreitet hierzu indessen nur im äuſsersten Falle und kann die zweite Röhre, wenn die Rammschläge nicht mehr darauf wirken, noch durch ein anderes Mittel tiefer eintreiben. Dieses mehrmals angewendete Mittel, dessen Wirksamkeit man bezweifeln könnte, wenn es nicht durch die Erfahrung bewährt wäre, bestehet darin, den Bohrer in der Röhre

arbeiten zu lassen, während man auf ihr oberes Ende einen sehr starken Druck wirken läſst.

Das letztere geschiehet vermittelst Hebel, die einen festen Stützpunct haben, etwa auf folgende Weise, die nur wenig von dem in Calais angewendeten Verfahren abweicht. Man stellt ein Stück-Holz ab (Taf. VII. Fig. 103.) lothrecht auf, und bolzt oder nagelt daran Knaggen cd, ef, welche man in (Fig. 103. 104.) von zwei Seiten sieht. Hierauf treibt man in k und l 2 Zoll starke Bohlen mit schweren Schlägeln ein, und stemmt zu beiden Seiten der Röhre, normal auf diese Bohlen, zwischen dieselben und die Knaggen cd, ef, vier auf die letztern geklauete Streben, wie o und p (Fig. 103.), wodurch dann ab in seiner Lage erhalten wird, wenn daran eine lothrecht von a nach b ziehende Kraft wirkt. Fürchtet man, daſs ab noch nicht stark genug befestiget sei, so bringt man noch ein Paar Knaggen qr, $o's$ (Fig. 105.) an, gegen welche sich die normal auf die Bohlen s' und t gerichteten Streben p' und q' stemmen. Sollte auch dann noch ab aus seiner Lage gezogen werden, so müſsten noch mehr Bohlen über den (Fig. 103. 105.) mit k, l, s' und t bezeichneten angeschlagen werden.

73. Ist der Ständer ab befestiget, so steckt man durch die runden Öffnungen x und y (Fig. 103.) zwei hölzerne oder eiserne Stangen xx, yy (Fig. 106.), und verbindet sie mittelst eiserner Schienen $a''b''$, $a''b''$ (Fig. 103. 106.). Auf die Röhre $a'b'$ legt man dann das früher beschriebene Gevierte $e'd'c'e'$, und darauf den Holzverband $o''p''$, der aus platt übereinander liegenden Hölzern bestehet (Fig. 103. 106.). Um nun einen Druck auf diese Hölzer hervor zu bringen, der stark genug ist die Röhre $a'b'$ niederzutreiben, legt man darauf zwei Bäume $x'u$, $x'u$ (an jeder Seite von ab einen), deren Enden u von einem Satze Schrauben gefaſst werden, dessen Muttern $v'v'$ und dessen Spindeln d'', d'' sind. Hebt man dann vermittelst der Arme $k'i$ die Mutter, so bewegen sich die über der Röhre liegenden Theile der Bäume $x'u$, $x'u$ nieder, und üben einen sehr starken Druck auf den Holzverband $o''p''$ aus. In Calais zerbrachen 15 Zoll starke Bäume, und die Kraft im Augenblicke des Bruches betrug an 100000 Pfund.

74. In (Fig. 103.) sind die Achsen der Spindeln normal auf die Bäume $x'u$, $x'u$ gezeichnet. Sie sind es zwar in der Wirklichkeit nicht völlig, aber doch um so mehr, je höher die Muttern steigen.

75. Während der Druck auf die Röhre $a'b'$ wirkt, läfst man in derselben die Bohrerstange hinab, was sehr leicht ist, weil die Bäume $x'u$, $x'u$ Raum zwischen sich lassen. (Es ist übrigens leicht zu sehen, dafs der Druck dann die gröfste Wirkung hat, wenn der mit Sand gefüllte Bohrlöffel herausgezogen wird.) Ist die Röhre um etliche Zoll tiefer eingedrückt, so nimmt man alle Stücke, mit Einschlufs der Bohrerstange und der Bäume $x'u$, $x'u$, weg, erhöhet den Holzverband $o''p''$ (Fig. 103.) durch neue Stücke, und stellt alles wieder zusammen, um von Neuem auf die Röhre zu drücken. Bemerkt man keinen weitern Erfolg und sind alle Mittel erschöpft, die Röhre ohne sie zu beschädigen tiefer einzutreiben, so mufs man sich zur Einbringung einer engern Röhre in die vorige entschliefsen. Auf diese Weise wird man endlich durch die Sandlagen kommen, und sie vollkommen vom innern Raume des Bohrloches absondern.

(Taf. IV. Fig. 7.) zeigt den Durchschnitt zweier viereckigen und einer gebohrten Röhre, welche in einander eingetrieben sind, um bis zu dem kreideartigen Kalkstein zu gelangen, welcher das Quellwasser enthält.

Ist der Sand sehr flüssig, so geht die Arbeit nur langsam. Indessen kann man durch 70 bis 80 Fufs mächtige Lagen, mit einer einzigen 1 Fufs im Lichten weiten Röhre mit 2 Zoll starken Wänden kommen; besser ist es jedoch zwei in einander gesteckte Röhren zu nehmen.

[Hier folgen zwei tabellarische Beschreibungen ausgeführter Arbeiten. Da indessen an jedem andern Orte andere Umstände Statt finden, so bleiben sie weg, und es mag nur bemerkt werden, dafs, der ersten Tabelle zufolge, eine Röhre in 46 Tagen 77 Fufs tief in den Sand eingetrieben worden ist, anfänglich leichter, zuletzt schwerer; jedoch mit Abwechselung. Nach der zweiten Tabelle ist man mit vier in einander gesteckten Röhren, in zusammen 125 Tagen, 128 Fufs tief durch Sand gekommen, worunter Thon lag.]

76. Wechseln die Sandlagen mit Thonschichten ab, so dafs die viereckigen Röhren auch durch die letztern getrieben werden müssen, so mufs man sich der Werkzeuge (Taf. V. Fig. 34. 35. 43.) bedienen, um das Bohrloch so weit zu machen, dafs der Schuh des ersten Röhrenstücks nur wenig festes Erdreich zu verdrängen braucht.

Ist der Thon fein, und hat man bereits die erwähnten Instrumente angewandt, so nimmt man das (Fig. 40. 41. 42.) dargestellte. Trifft man in den Thon- oder Sandlagen auf Kiesel, so gebraucht man den Meifselbohrer,

den Keilbohrer, den doppelten Krätzer, und zuweilen auch, wenn die Kiesel sehr klein sind, den Löffelbohrer (Fig. 31. 34.).

Mittel die in das Bohrloch hinabgesunkenen Instrumente herauszuziehen, wenn man sie nicht mit dem Krahn- oder Rammtau erreichen kann.

77. Bedient man sich des Krätzers oder des glockenförmigen Bohrerziehers, so mufs man darauf sehen, dafs sie nicht zu stark eingreifen, weil es sonst sehr schwer ist, sie wieder herauszuholen und das Seil oder Tau häufig nicht stark genug dazu ist. Gewöhnlich klemmen einige, oberhalb lose gewordene und in das Bohrloch hinabgefallene Kiesel das Instrument ein, wenn es aufwärts gezogen wird. In diesem Falle nimmt man zwei, etwa 3 Fufs lange, 5 Zoll dicke und 6 Zoll breite Stücken Holz, und macht darin auf der einen breiten Seite einen Einschnitt, der von zwei aufeinander senkrechten Ebenen begrenzt wird, so dafs darin ein Theil der viereckigen Bohrerstange mit den Kanten Platz findet. Die beiden Stücke werden hierauf 8 bis 10 Zoll über der Oberfläche des Bodens, wagerecht, vermittelst Schraubenbolzen an die Bohrerstange befestigt, und können beliebig scharf gegen einander gezogen werden, weil die Einschnitte nicht so tief sind, dafs die Hälfte der Bohrerstange (nach der Diagonale des Querschnitts gerechnet) ganz in eines derselben treten kann. Hierauf bereitet man, in geringer Entfernung von der Bohrerstange, einen Stützpunct für zwei Hebel, deren kurze Arme unter die vorgedachten Stücke greifen; und wenn man nun auf das Ende der Hebel drückt, so werden die Holzstücke mit der Bohrerstange aufwärts getrieben. Sollten sie längs der Stange gleiten, so müssen die Ausschnitte mit wagerecht gereiften Stahlschienen gefüttert werden, um bei Anziehung der Muttern der Schraubenbolzen das Abgleiten zu verhindern. Reicht die Kraft nicht hin, so kann man längere Holzstücke nehmen und an jeder Seite der Bohrerstange einen Satz Holzschrauben je unter ein Ende der Stücke bringen. Durch Umdrehung der auf Schwellen stehenden Spindeln werden dann die eingeklemmten Instrumente mit der Bohrerstange zu Tage gefördert werden.

Ist der Bohrer so tief gekommen, dafs die Arbeiter ihn nicht mehr mit den Armen in die Höhe heben können, um vorkommende harte Steine zu durchbohren, so ist das einfachste Mittel die Arbeit fortzusetzen folgendes. Ein eichener Balken, 30 bis 40 Fufs lang und an dem einen

Ende 10 bis 12 Zoll dick, wird so auf den wagerechten Holm eines Bockes, dessen Füfse etwas schräg stehen, gelegt, dafs sein schwächstes Ende in die Verlängerung der Achse des Bohrlochs, und 8 bis 9 Fufs über den Rüstboden, auf welchem die Arbeiter stehen, fällt. Mit dem andern Ende wird der Balken entweder im Erdreich befestigt, oder vermittelst einiger Zimmerstücke in unveränderlicher Lage erhalten. Das über dem Bohrloche befindliche Ende des Balkens wird mit zwei, 3 bis 4 Fufs langen, $2\frac{1}{2}$ Zoll breiten eisernen Schienen belegt, durch welche Schraubenbolzen gezogen werden. Die obere von diesen Schienen endigt sich in einem Haken, der sich auf das Hirnholz darunter legt, um daran eine 5 bis 6 Fufs lange eiserne Kette hängen zu können. An diese Kette hängt man den §. 24. beschriebenen Dreh-Hebel, indem man sie durch den über dem Arm angebrachten Ring ziehet und den an ihrem Ende befindlichen Haken in eins der Kettenglieder greifen läfst, wodurch man dann den Bohrer höher oder tiefer aufhängen kann.

Da der Dreh-Hebel anfänglich so liegt, dafs das an der Bohrerstange befindliche Bohrstück den Boden des Bohrloches noch nicht erreicht hat, so sind die 4 oder 5 Mann, welche man an dem Aufsteck-Arme arbeiten läfst, im Stande, den Bohrer plötzlich um 5 bis 6 Zoll niederzutreiben, und den Stein anzugreifen, auf welche die Spitze des Bohrerstücks trifft, und sie brauchen sich nicht anzustrengen um ihn wieder zu heben, weil solches durch die Elasticität des Balkens geschiehet. Bei dieser Einrichtung können 25 bis 30 Stöfse in der Minute geschehen, was die Arbeit ungemein beschleunigt. Wir haben Bohrlöcher gesehen, die erst 100 Fufs durch Thonschiefer und dann noch bis über 300 Fufs tief durch körnigen Übergangs-Kalkstein, wahren Marmor, von 200 Fufs ununterbrochen mächtig, ohne Schwierigkeit getrieben wurden. Man liefs den Bohrer blofs durch den Stofs wirken und konnte 200 Fufs unter der Erdoberfläche, in 12 Stunden, das 3 Zoll im Durchmesser weite Bohrloch 2 Fufs vertiefen. Wir rathen daher zu dem beschriebenen Mittel, sobald man durch Sandstein, Kalkstein oder eine andere harte Stein-Art zu bohren hat. Wir glauben sogar, dafs man beim Bergbau, 500 bis 600 Fufs tief, blofs durch den Stofs bohren könne. Um eine sehr grofse Federkraft hervorzubringen, könnte man zwei Balken nach entgegengesetzten Richtungen, wie gegeneinander gelehnte Sparren eines Gebäudes, anordnen, dessen Forst in die Verlängerung der Achse des Bohrloches fiele. Die

Haken an den Enden der obersten eisernen Schienen auf den Balken könnten dann durch drei oder vier kurze Ketten mit einander verbunden, und die Ketten von der Bohrerstange an einen der beiden Haken gehangen werden.

Läfst man den Stofs wirken, und ist 200 Fufs tief gekommen, so ist es gut, 6 Mann anzustellen. Davon arbeiten indessen nur 4 Mann an den Dreh-Hebeln; zwei ruhen 12 bis 15 Minuten aus, und lösen dann zwei andere ab, welche eine halbe Stunde gearbeitet haben. So kann die Arbeit ununterbrochen fortgehen.

Benutzt man die Elasticität eines Balkens zur Fortsetzung des Bohrens, so mufs man, wenn die Mittelstücke der Bohrerstange 14 Fufs lang sind, noch 4 andere, von 1 Fufs, 2 Fufs, 4 Fufs und 6 Fufs Länge haben, damit sich die Dreh-Hebel immer leicht handhaben lassen, zu welchem Ende sie nie höher, als etwa 3 Fufs über dem Rüstboden liegen dürfen, auf welchem die Arbeiter stehen. Sind nach und nach alle diese Stangen über einander befestigt, so bringt man, anstatt derselben, wieder ein 14 Fufs langes Mittelstück an, und setzt darauf wieder nach und nach die kurzen Stücke, damit die Dreh-Hebel immer in der angegebenen Höhe über dem Boden bleiben.

78. Da in Thonlagen nur dann viereckige Röhren getrieben werden, wenn darunter wieder Sand folgt, so wird das Bohrloch im Thone nur 8 Zoll im Durchmesser gemacht. Erst wenn man gefunden hat, dafs unter dem Thone wieder Sand liegt, entschliefst man sich zur Erweiterung des Bohrloches, um viereckige Röhren eintreiben zu können. Fürchtet man, dafs das Aufquellen des Thons die Bewegung des Bohrers hindern möchte, so mufs man die Röhren, während der Bohrer in Bewegung ist, so lange eintreiben, bis man sich überzeugt hat, dafs die Weite des Bohrloches hinreichend ist.

79. Nachdem man durch die Erd- Sand- Geschiebe-Lagen u. s. w. bis zum Thone unmittelbar über dem kreideartigen Kalkstein gekommen ist, und die viereckigen Röhren 3 bis 4 Fufs tief in den Thon gedrungen sind, hört man mit dem Eintreiben derselben auf, weil dann kein Nachstürzen des Sandes mehr zu fürchten ist. Hierauf bohrt man bis zum kreideartigen Kalkstein ein 8 Zoll weites Loch, um gebohrte, 7 Zoll im Durchmesser starke, 3 Zoll im Lichten weite Röhren, die von der Oberfläche bis zum Boden des Bohrloches reichen, einbringen zu

können. Die Thonlagen, in welche die gedachten Röhren getrieben werden, sind zwar öfters nur der Farbe nach von einander verschieden, aber von sehr verschiedener Mächtigkeit. Indefs hat ihre Dicke nur auf die Dauer der Arbeit Einflufs, und man ist fast stets des Erfolges gewifs, was beim Sande nicht der Fall ist, wo die Schwierigkeiten viel schneller, als im Verhältnifs der Mächtigkeit zunehmen.

[Eine hier folgende Tabelle der Tiefen, um welche man beim Durchbohren einer 128 Fufs unter der Oberfläche anfangenden, etwa 69 Fufs mächtigen Thonlage täglich fortgerückt ist, mag wegen der Beschränktheit des Raumes wegbleiben, und daraus nur bemerkt werden, dafs die tägliche Vertiefung zwar ungleich war, aber nicht wegen der fortschreitenden Zunahme der Tiefe, sondern fast nur wegen der verschiedenen Härte der einzelnen durchbohrten Stellen, und dafs die mittlere tägliche Vertiefung 3 Fufs 7 Linien betrug.]

Verlängerung der Bohrerstange.

80. Befindet sich die Bohrerstange in der viereckigen Röhre, und man will sie verlängern, um tiefer zu bohren, so hebt man sie vermittelst des Seils, an welchem sie hängt, in die Höhe, schlägt den Keil *de* (Taf. V. Fig. 24.) heraus und legt den Drehhebel auf den Rand der Röhre. Hierauf läfst man die Bohrerstange wieder hinab, bis das obere Ende des ersten Mittelstücks den Hebel beinahe erreicht hat. Dann bringt man dies Stück in die Öffnung *no* (Fig. 23.) und befestigt es, indem man den Keil *de* stark eintreibt. Dann kann die Bohrerstange nicht durch die Öffnung *no* gleiten, theils weil sie durch den Keil *de* festgehalten wird, theils weil das obere Ende des Mittelstücks, welches stärker ist als der eingeklemmte Theil, an den Keil stöfst. Hierauf ziehet man die Schraubenbolzen, welche durch die Gabel des Kopfstücks gehen, heraus, bringt das letztere einstweilen bei Seite, und setzt statt seiner ein neues Mittelstück auf, indem man es, mit Hülfe des Biegels *de* (Taf. V. Fig. 20.) und eines Bolzens, an dem Seil des Krahnes aufhängt und mit der Hand in die gehörige Lage bringt. Sind die Schraubenbolzen eingesteckt und die Muttern angezogen, so schlägt man den Keil *de* wieder heraus, läfst die Bohrerstange nieder und bringt den Drehhebel wieder etwas unter dem obern Ende des neu aufgesetzten Mittelstücks an, damit man den Bohrer wieder festhalten und das bei Seite gebrachte Kopfstück wieder aufsetzen könne. So verfährt man mit jedem folgenden Mittelstücke.

Auseinandernehmen der Bohrerstange.

81. [Man sieht ohne besondere Beschreibung, daſs das Verfahren das umgekehrte von dem vorigen ist.]

Wie drei Mittelstücke zugleich abzunehmen sind, wenn die Bohrerstange sehr lang ist.

82. [Das Verfahren ist zu wenig wesentlich von dem vorigen verschieden, als daſs eine besondere Beschreibung nöthig wäre *).]

Zeitdauer des Bohrens.

83. Natürlich erfordert das Bohren eines Brunnens viel Zeit, wenn das Quellwasser sehr tief liegt, zuweilen 6 bis 7 Monate. Wechseln aber die Erd- oder Thonlagen nur mit schwachen Sandschichten ab, so gehet die Arbeit sehr schnell. Hat man in solchen Boden nur etwa 70 bis 80 Fuſs tief zu bohren, so läſst sich der Brunnen in 8 bis 10 Tagen vollenden. Es ist alsdann nur Eine viereckige Röhre nöthig. Der Boden braucht nur 4 bis 5 Fuſs tief aufgegraben zu werden, und zum Bohren sind nicht mehr als vier Arbeiter nöthig. Zwei sind am Seile der Ramme beschäftigt, und die beiden andern am Drehhebel. Um die Röhren einzutreiben, treten alle vier an die Ramme, deren Klotz 250 bis 300 Pfund wiegt.

84. Ist man bis auf Kalkstein gekommen, so muſs mit der Vertiefung des Bohrloches inne gehalten, und es müssen erst in die viereckigen Röhren die gebohrten hinunter gelassen werden, in welchen das Quellwasser in die Höhe steigen soll.

Gebohrte Röhren.

85. Sie sind von Holz, 10 Fuſs lang, 7 Zoll im äuſsern Durchmesser stark, und haben 2 Zoll dicke Wände. Man bohrt sie mit Maschinen, die vom Wasser getrieben werden. Die Beschreibung einer solchen Maschine findet man u. A. in Belidor's Arch. Hydr. Wo eine solche Maschine nicht in der Nähe ist, bohrt man die Röhren auf der Baustelle selbst.

86 bis 89. [Hier wird das Bohren der Röhren beschrieben. Da es allgemein bekannt ist, so kann die Beschreibung wegbleiben.]

90. Ist ein Röhrenstück gebohrt, so wird das eine Ende, etwa 3 Zoll lang, noch etwas weiter als der übrige Theil $m'e'$ ausgehöhlt, wie *abcd* (Taf. VII. Fig. 108. 109.), und zwar vermittelst des Instruments (Fig. 110. 111. 112.).

---

*) Die Bohrerstange muſs jedesmal, wenn der Bohrer herausgehoben werden soll, auseinander genommen werden, sobald sie aus mehr als drei Stücken bestehet.

Dasselbe ist von Holz und besteht aus vier cylindrischen Theilen *ad*, *ef*, *fg*, *kb*. Der Cylinder *kb* wird in das bereits gebohrte Loch *m'e'* (Fig. 109.) gesteckt und hält die Achse des Instruments in der der Röhre. Drehet man das Werkzeug um, so schneidet das Messer *il*, mit seiner Schärfe von *l* bis *o* (Fig. 113. 114.), in dem Maſse wie *kb* vorwärts rückt, nach und nach Späne ab, welche sich in die Höhlung *p* legen. Die Schärfe des Schneide-Eisens muſs natürlich etwas über die Grundfläche des Cylinders *fg* hinausreichen und gegen die Achse des Instruments ein wenig geneigt sein, um leichter die Wand des Bohrloches *m'e'* (Fig. 109.) angreifen zu können.

Die Schrauben *p'p'* gehen durch das Schneide-Eisen *il* und befestigen es an den Cylinder *fg*. Es sind nach der Dicke des Schneide-Eisens zwei Schlitze *nn* (Fig. 113.) vorhanden, durch welche die Schrauben gehen, und vermöge welcher man das Eisen, ohne die Schrauben herauszunehmen, vor- oder rückwärts bringen und es mehr oder weniger stark eingreifen lassen kann. Die Schrauben dienen in der That nur dazu, das Schneide-Eisen gegen die ebene Wand der Höhlung *p* zu pressen, wenn man es befestigen will. Vermittelst der Schraubenmuttern *q*, *q* und des Schraubengewindes *i*, welches durch das Blatt von Eisenblech *c'e'* gehet, kann man das Schneide-Eisen leicht und sehr langsam vor- oder rückwärts bewegen. Hat man es in die gehörige Lage gebracht, so wird es durch Anziehen der Schrauben *p'*, *p'* und der Muttern *q'*, *q'* gegen das Blech *c'e'* unveränderlich befestiget.

Ist der Cylinder *fg* ganz in die gebohrte Röhre eingedrungen, und also die cylindrische Erweiterung *abcd* (Fig. 108.) vollendet, so giebt man dem andern Ende der Röhre die Gestalt *vqrstu*. Dazu bedient man sich des Instruments (Fig. 115. 116. 117.). Es besteht, wie das vorige, aus vier cylindrischen Theilen *ad*, *ef*, *fg*, *kb*. Der Theil *fg* ist hohl aus Blech verfertigt, dessen Dicke durch *n'g* ausgedrückt werden soll, und vermittelst der Schrauben *a'*, *a'* an den hölzernen Cylinder *no* befestiget. Oben hat die blecherne Röhre zwei perpendiculaire Ränder *qq*, *qq*, zwischen welche das Schneide-Eisen gebracht wird. Der eigentlich schneidende Theil *lo'* (Fig. 118.) liegt etwas über die Grundfläche (eigentlich den Rand) *gp* des Cylinders *fg* hinaus, so daſs die Entfernung *oo'* (Fig. 115.) so groſs ist, als die Höhe *ab* der Erweiterung *abcd* der Röhre *m'e'* (Fig. 109.). Ist das Schneide-Eisen in diese Lage gebracht, so wird es an die lothrechten

Ränder *qq*, *qq*, vermittelst der Schrauben *e*, *e* befestiget, welche durch die kreisrunde Öffnungen *d*, *d* des Schneide-Eisens *ml* (Fig. 118. 119.) gehen. Das Schrauben-Gewinde *m'* und die beiden Muttern *s*, *s* dienen dazu, das Schneide-Eisen nach seiner Länge, langsam, beliebig vor- oder rückwärts zu bewegen. Damit es daran nicht durch die Schrauben *e*, *e* verhindert werde, macht man den Durchmesser der kreisförmigen Öffnungen *d*, *d* (Fig. 118.) durch die Mitte des Schneide-Eisens und nach dessen Dicke etwas gröfser, als den der Schrauben. Dann dienen dieselben blofs dazu, die Ränder *qq*, *qq* gegen das dazwischen liegende Schneide-Eisen *ml* zu pressen, und es dadurch festzuhalten.

Der Theil *o'y* (Fig. 118.) des Schneide-Eisens steht auch etwas über die innere Oberfläche der cylindrischen Röhre *ongn'p* (Fig. 115.) hervor, damit er die Röhre *me* (Fig. 109.) leichter angreifen könne; aber *o'p* (Fig. 115.) mufs immer so grofs als *bo'* (Fig. 108.), nemlich als die Breite des Absatzes am Boden der Erweiterung *abcd* der Röhre *m'e'* sein. Drehet man nun das Instrument um, so rückt die Höhlung zwischen dem hohlen blechernen Cylinder und dem vollen *kb* nach und nach vorwärts, und wenn die Grundfläche *on* mit der *rs* (Fig. 108.) in Berührung kommt, so hört man zu drehen auf, weil dann das Ende der Röhre *m'e'* die Gestalt *vqrstu* hat.

Will man die Dicke *rs* des Zapfens der Röhre *m'e'* vergröfsern, so löset man sowohl die Schrauben *e*, *e*, als die Muttern *s*, *s* (Fig. 115.) (das Gewinde *m* hat etwas Spielraum in der Öffnung im Bleche *sq'*). Mit Hülfe der durch den Biegel *vv* gehenden Schraube *x*, deren Ende eine Öffnung hat, welche die Hervorragung *z* (Fig. 116. 118.) umfafst, hebt man das Schneide-Eisen *mzl*, worauf es wieder durch Anziehen der Schrauben *e*, *e* und Muttern *s*, *s* befestigt wird.

Dieses Instrument ist auf die beschriebene Weise von Herrn Beurrier zu Abbeville verbessert worden.

91. Passen die Röhren mit ihren Zapfen genau in einander, so schneidet man darin noch vermittelst Instrumente, welche den vorigen ähnlich sind, die Vertiefungen *gonn'o'p* am obern, und *xyvuik* (Fig. 108.) am untern Ende aus. In die letzern treibt man mit Gewalt einen eisernen Ring *xa'kz*, der unter die ringförmige Fläche *vqtu* noch um ein *vy* gleiches Stück *va'* hinabreicht, welches in den Ausschnitt am obern Ende der folgenden Röhre pafst. Der Zapfen der oberen Röhre mufs straff

in die Erweiterung der untern gehen, und immer mit einigen schwachen Rammschlägen eingetrieben werden. (Fig. 120. 121. 122.) stellen zwei mit einander verbundene Röhrenstücke vor. Reichten die gebohrten Röhren so tief hinab, dafs man fürchten müfste sie durch die Rammschläge in den Stöfsen zu sprengen, so könnte man sie aus vier Stücken, auf ähnliche Art wie die viereckigen zusammensetzen; sie würden dann den Rammschlägen viel besser widerstehen.

92. Häufig macht man auch die Zapfen und die Erweiterungen der Röhren kegelförmig, wie (Fig. 123. 124. 125. 126.).

93. Das Röhrenstück, welches in den Kalkstein getrieben werden soll, erhält wie bei den viereckigen Röhren am untern Ende einen eisernen Schuh (Fig. 127. 128.).

Über den Schuh legt man öfters noch ein Stück Rindsleder, die Fleischseite nach aufsen, um jede Gemeinschaft der Kreide mit dem Thon abzuschneiden.

94. Die Röhren müssen vor dem Gebrauche genau untersucht und die nicht ganz fehlerfreien ausgesondert werden; denn wenn irgend eine Röhre Risse hätte, so würde sie durch den grofsen Druck des Wassers gegen ihre Wände bald weiter zersprengt und dadurch der ganze Brunnen unbrauchbar gemacht werden.

Einsetzung der gebohrten Röhren in die viereckigen.

95. Zum Einbringen der gebohrten Röhren bis zu dem Kalksteinlager bedient man sich zweier Stücke Holz *a b*, *c d* (Fig. 129.), welche nach Kreisbogen *n p q* ausgeschnitten sind, und welche, nachdem sie mit den Ausschnitten gegen das obere Ende eines Röhrenstücks gelegt worden, durch zwei Schraubenbolzen *m* und *o*, und deren Muttern *a′ b′*, *d′ c′* gegen dasselbe geprefst werden. Das Röhrenstück wird zuweilen etwas ausgeschnitten, wie in *a b c d* (Fig. 130.). An die beiden Bolzen *m* und *o* werden die Enden eines Seils gebunden, vermittelst dessen man das Röhrenstück lothrecht am Rammtaue aufhängt. Dann wird das Tau so weit nachgelassen, bis die Enden der beiden Stücken *a b*, *c d* auf dem Rande der viereckigen Röhre *a b* (Fig. 131.) ruhen. Hierauf macht man das Seil von den beiden Bolzen *m* und *o* los, und befestiget es an zwei andere, wie *a b* und *b c* beschaffene, an das obere Ende eines zweiten Röhrenstücks befestigte Holzstücke, zieht dann das Rammtau so weit an, bis das untere Ende des zweiten Röhrenstücks genau in der

Höhe des obern Endes des vorhergehenden liegt, und läfst den Zapfen etwas ein. Dann macht man das Rammtau los, hängt den Rammklotz an, und giebt dem obersten Röhrenstück, während man es mit der Hand lothrecht hält, und nachdem man zuvor den Stiel einer Art Knecht $p'p'$ (Fig. 132. 133.) hinein gesteckt hat um die Röhre zu schonen, einige ganz schwache Schläge. Sind die beiden Röhrenstücke völlig zusammengetrieben, so nagelt man über den Stofs eiserne Schienen ab, cd und ef, welche nach (Fig. 121. 122.) angebracht werden. Hierauf nimmt man den Rammklotz und den Knecht p' ab, und befestiget das Rammtau wieder an das Seil, dessen beide Enden an die Bolzen gebunden sind, durch welche das obere Ende des zweiten Röhrenstücks zwischen die beiden Holzstücke ab und cd eingeklemmt ist. Hierauf wird die gleiche Zwinge am obern Ende der ersten Röhre ab (Fig. 130.) ebenfalls abgenommen, und das Rammtau nach und nach so weit nachgelassen, bis die Zwinge am obern Ende des zweiten Röhrenstücks auf dem Rande der viereckigen Röhre aufliegt.

Dies wird so oft wiederholt, bis das untere Ende der ersten gebohrten Röhre die Tiefe der viereckigen erreicht hat, worauf die gebohrten Röhren mit schwachen Rammschlägen in den Thon getrieben werden.

96. Wie wir bei verschiedenen Bohrungen zu bemerken Gelegenheit gehabt haben, kommen öfters Kiesel aus ihrer Lage und verhindern dann das Eindringen der gebohrten Röhren. Dies ist sehr übel, und wenn man den Widerstand der Kiesel dadurch zu überwinden suchen wollte, dafs man stark auf die Röhren schlüge, so könnte man fast gewifs sein sie zu spalten, wie bei den erwähnten Bohrungen wirklich geschehen ist. Man mufs sie daher lieber wieder herausziehen. Zu diesem Ende wird das Rammtau angezogen, und wenn die Röhren leicht nachgeben, so legt man, nachdem die beiden obersten Stücke herausgekommen sind, die Zwinge $abcd$ (Fig. 129.) an das dritte, um es auf den Rand der viereckigen Röhre hängen zu können. Hierauf macht man die eisernen Schienen ab, cd, ef (Fig. 121. 122.) los und fährt so fort, bis alle Röhrenstücke zu Tage gebracht sind. Bliebe ein Theil davon, einer Trennung in irgend einem Stofse wegen, im Bohrloche stecken, so müfste man das Instrument (Taf. VII. Fig. 134.) zu Hülfe nehmen. Dasselbe bestehet aus einem 7 Zoll langen eisernen Griffe, der sich um eine durch c gehende Achse drehen und ganz in einen in der Stange de befindlichen Einschnitt legen läfst. Da der Schwerpunct des Griffs ab etwas unter seiner Dreh-Achse liegt, so wird

der Griff, wenn er sich selbst überlassen ist, wagerecht liegen. Befestiget man daher dies Instrument an die Bohrerstange, und läfst sie in die Röhre hinab, so legt sich der Griff *a b* in den Einschnitt der Stange *d e*, fällt aber in die wagerechte Lage zurück, sobald er über das untere Ende der Röhre hinaus gekommen ist, und trägt dann sämmtliche Stücke. Dann braucht man nur die Bohrerstange in die Höhe zu ziehen, und sie zu Tage zu bringen. Hierauf läfst man einen an der Bohrerstange angebrachten eisernen Cylinder auf die Kiesel, welche das Eindringen der Röhre verhinderten, nieder, um sie hinunter zu treiben, und zerstöfst sie entweder, oder ziehet sie mit dem doppelten Krätzer heraus. Dergleichen Unfälle halten die Arbeit sehr auf und schrecken Manchen der einen Brunnen bohren läfst ab. Mit Umsicht und Ausdauer, und vorzüglich die Arbeit nicht übereilend, kann man indessen fast immer die Hindernisse überwinden.

Hat man dem Bohrloche wieder seine regelmäfsige Form gegeben, so bringt man die gebohrten Röhren von Neuem hinein, und zwar so, dafs sie 2 Fufs tief in den Kalkstein reichen, der vorher 7 Zoll im Durchmesser ausgebohrt werden mufs, damit sich die Röhren etwas fest klemmen. Dann läfst man an der Bohrerstange eines der Bohrstücke (Taf. V. Fig. 26. 31. 32.) hinab, und vertieft das Bohrloch im Kalkstein so lange, bis das Wasser nicht mehr zunimmt. Zuweilen erhebt sich solches in der gebohrten Röhre sehr schnell und steigt wohl über die Oberfläche, meistens aber bleibt es einige Meter unter derselben stehen.

Man hat zuweilen, nachdem man im kreideartigen Kalkstein Quellen angetroffen, welche sich bis auf eine gewisse Höhe erhoben, tiefer noch andere gefunden, deren Wasser noch höher stieg, und daraus geschlossen, dafs die beiden Gewässer nicht mit einander in Verbindung ständen, weil sie einerlei eigenthümliches Gewicht hatten.

Aus diesem Grunde hat man zuweilen ungemein tief gebohrt, in der Hoffnung immer noch reichhaltigere Quellen zu entdecken. In einzelnen Fällen ist der Erfolg günstig gewesen; indessen hat, unseres Wissens, der Unterschied der Wasserspiegel nie mehr als etwa 3 Fufs betragen. Die Fortsetzung und Sammlung solcher Beobachtungen wäre sehr zu wünschen, um beurtheilen zu können, ob und wo man sich vom Tieferbohren Erfolg versprechen dürfe.

Bohrt man blofs durch kreideartigen Kalkstein, und läfst, wie gewöhnlich, die gebohrten Röhren weg, so kann es kommen, dafs das Was-

ser weniger hoch steigt, als es in den Röhren gestiegen sein würde, weil die Wände des Bohrloches Öffnungen haben können, durch welche das Wasser entweicht, was die Röhren verhindert haben würden. Es möchte deshalb gut sein (obgleich es gewöhnlich nicht geschieht), in die Bohrlöcher durch kreideartigen Kalkstein, immer Röhren von Blei, schwarzem oder weifsem Eisenblech, oder von Holz einzusetzen, um den Verlust an Wasser zu verhüten. Da man aber nicht im Voraus wissen kann, wie tief sie reichen müssen, so dürfen sie nur nach und nach eingesetzt, und es mufs der Wasserstand beobachtet werden, damit man sehen könne, ob er Veränderungen erleide. Da die Röhren leicht einzubringen sind, so wird man nach etlichen Versuchen bald finden, ob sich in den Wänden des Bohrlochs Öffnungen befinden oder nicht.

97. Ist das Bohrloch nur etwa 50 bis 60 Fufs tief, so bedient man sich, um die gebohrten Röhren herauszuziehen, zuweilen des (Taf. VII. Fig. 135. 136.) vorgestellten Instruments, durch welches eine Schraubenmutter im obersten Röhrenstücke ausgeschnitten wird. Da die Gänge des Gewindes in der Röhre aber leicht ausreifsen, so ist es nicht zu empfehlen.

98. Zuweilen lassen die Arbeiter die gebohrten Röhren nicht bis in den Kalkstein reichen, weil sie die unmittelbar über demselben befindlichen Lagen für fest genug halten, dafs die Wände des Bohrloches nicht nachfallen können, was auch durch die Erfahrung bestätiget wird. Dies hat aber den Nachtheil, dafs das durch den Thon schwitzende Wasser dem aus den Steinlagen fast immer den Geruch von geschwefeltem Wasserstoffgas mittheilt, was nur vermieden werden kann, wenn man die gebohrten Röhren 2 Fufs tief in den Kalkstein reichen läfst.

Die viereckigen Röhren werden wieder herausgezogen nachdem die gebohrten gesetzt sind.

99. Wenn die gebohrten Röhren gesetzt sind, und das Quellwasser bis zur Oberfläche des Bodens, oder bis etliche Meter darunter (in welchem letzteren Falle noch eine gewöhnliche Saugpumpe nöthig ist) steigt, und sich auf solcher Höhe erhält, so werden die viereckigen Röhren, die in den Sandlagen nöthig waren, wieder herausgezogen. Zu diesem Ende treibt man durch Rammschläge in das obere Ende der engsten viereckigen Röhre ein 18 Zoll langes, quadratisches Stück Holz, 1 Fufs tief ein, und bohrt durch dasselbe und durch zwei gegenüberliegende Wände der Röhre eine cylindrische, 5 Zoll im Durchmesser weite Öffnung. In diese

steckt man eine eben so dicke Stange, welche durch das Öhr eines grofsen eisernen Biegels reicht. Zwischen das obere Ende des in die Röhre getriebenen Klotzes und den darüber 6 Zoll Raum lassenden Biegel steckt man einen Balken in wagerechter Richtung und senkrecht auf die als Bolzen des Biegels dienende Stange. Normal auf den Balken streckt man zwei Schwellen, auf deren jeder ein Satz Schrauben von zwei Spindeln und beweglicher Mutter steht, welcher ein Ende des durchgesteckten Balkens fafst, der dann mit der Röhre zugleich nach oben geschraubt werden kann. Haben die Muttern ihren höchsten Stand erreicht, so befestiget man das Rammtau an den Biegel und ziehet es stark an. Hält man das Tau nicht für stark genug, so befestiget man Knaggen an den beiden mit dem Balken gleichlaufenden Seiten der Röhre und legt darunter zwei andere Balken, welche man wie (Taf. VII. Fig 129.) verbindet, und deren Enden wieder auf beweglichen Schraubenmuttern ruhen. Verfährt man dann wie vorher, so ist der Widerstand schon viel geringer und man kann mit dem Rammtau die Röhre höher heben, die, nachdem sie ganz herausgehoben ist, auseinandergenommen wird. Mit den weiteren viereckigen Röhren verfährt man hierauf eben so.

Ursachen der Veränderungen des Wasserstandes in den gebohrten Brunnen, und Mittel die Veränderung zu verhüten.

100. Aufser dafs die Wassermenge gebohrter Brunnen sich zuweilen mit der Beschaffenheit der Atmosphäre verändert, und davon abhängt, ob viel oder wenig Regen fällt, bemerkt man auch wohl nach mehreren Jahren eine hiervon unabhängige stetige Verminderung des Wassers. Dann befestiget man einen Saugekolben an eine Stange (z. B. an die Bohrerstange) und treibt den Kolben in der Brunnenröhre etwa 30 Mal auf und ab. Die Verminderung der Wassermenge rührt daher, dafs die kleinen Zuflufs-Öffnungen sich verengt haben. Durch die Kolbenschläge werden die Kalktheile, die sich darin gesetzt haben, zu Tage geführt, und die Öffnungen erhalten ihre vorige Gröfse wieder. Es ist auch gut dieses Auspumpen von Zeit zu Zeit zu wiederholen. Wir haben gefunden, dafs die Wassermenge eines gebohrten Brunnens, durch 20 Kolbenschläge, von 15 Cubik-Meter in der Stunde auf 21 Cubik-Meter vermehrt wurde.

Übrigens ist zu bemerken, dafs der Wasser-Ergufs eines gebohrten Brunnens meistens bei weitem nicht dem Product aus dem Querschnitt der Röhre in die der Höhe des Wasser-Bassins über dem Ausflufs ent-

sprechende Geschwindigkeit gleich, sondern wahrscheinlich viel geringer ist, weil das Wasser nicht so stark und so schnell durch die Spalten im Gestein nachdringen kann; man darf daher bei Verfertigung der Brunnen nicht nach diesem Maaſsstabe rechnen.

Berechnung der Kosten von Bohrbrunnen.

101. Da die Kosten von der Natur des Bodens abhängen, in welchem gebohrt werden soll, so ist es schwierig, sie nur mit einiger Genauigkeit im Voraus anzugeben. Eine sehr geringe Verschiedenheit in der Mächtigkeit und Cohäsion der Sandlagen, auf welche man trifft, kann einen sehr groſsen Unterschied der Dauer des Bohrens zur Folge haben, und die Kosten können zuweilen so groſs sein, daſs man die Fortsetzung der Arbeit aufgeben muſs.

Der zu Ardres, 145 Fuſs tief (m. s. Taf. IV. Fig. 3.) durch Thon- und Kalklagen, mit zwischenliegenden Sand- und Kiesellagen gebohrte Brunnen hat 1600 Franken gekostet, mit Einschluſs des Ankaufs und der Einbringung der viereckigen Röhren. Dagegen würden wenigstens 8000 bis 9000 Franken nöthig sein, wenn man 380 Fuſs tief an einer Stelle bohren wollte, wo die Lagen folgende wären:

Loser Sand, mit Kieseln gemengt	130 Fuſs.
Harter und dichter Thon mit eisenhaltigem Kies . . .	100 -
Kreideartiger Kalkstein mit Feuersteinen	150 -

Bestehet der Böden hauptsächlich nur aus Damm-Erde, Thon und einigen schwachen Lagen von Sand und Kieseln, wie (Taf. IV. Fig. 4. und 5.), so sind die Kosten nicht beträchtlich, und wir glauben, daſs wenn nicht tiefer als 120 bis 130 Fuſs gebohrt werden darf, und viereckige Röhren nur etwa 45 bis 50 Fuſs tief nöthig sind, die Kosten für das Bohren und für die viereckigen und gebohrten Röhren nicht über 700 Fr. betragen werden.

Liegt das Quellwasser nur 80 Fuſs tief und es ist, um den kreideartigen Kalkstein zu erreichen, nur durch thonigen Boden zu bohren, so werden 4 Mann in 6 bis 7 Tagen die Arbeit verrichten können, und die Kosten werden höchstens 150 Fr. betragen.

Um an einem Beispiele zu zeigen, wie die Kosten zunehmen, wenn das Bohren schwieriger wird, wollen wir die Ergebnisse einer im Jahre 1825 in Roubaix im Nord-Departement ausgeführten Bohrung hersetzen.

Von der Oberfläche abwärts hat man durch folgende Schichten gebohrt:

Thon	18 Fufs	4 Zoll.
Gelber Sand	4 -	7 -
Thon	55 -	— -
Trieb-Sand	20 -	2 -
Harter und trockener Sand . . .	8 -	3 -
Desgleichen	3 -	8 -
Trieb-Sand	2 -	9 -
Thon mit Sand gemengt	38 -	6 -
Trieb-Sand	4 -	7 -
Ganze Tiefe	155 Fufs	10 Zoll.

Da man, vor dem Anfange des Bohrens, einen 22 Fufs 11 Zoll tiefen, 4 Fufs 7 Zoll weiten Brunnen ausgegraben hatte, so sind die viereckigen Röhren erst vom Boden des Brunnens an eingetrieben worden. Die erste Röhre war 1 Fufs 7 Zoll im Lichten weit und 32 Fufs 1 Zoll lang. Die zweite 1 Fufs 1 Zoll im Lichten weit und 78 Fufs 10 Zoll lang. Die dritte 8 Zoll im Lichten weit und 83 Fufs 5 Zoll lang. Mit diesen drei viereckigen Röhren, welche aus 1 Zoll starken Bohlen von Ulmen verfertigt waren, ist man also 106 Fufs 4 Zoll tief unter die Oberfläche gekommen; und da die dritte Röhre sich nicht tiefer eintreiben liefs, so ist das Bohrloch blofs mit Bohrstücken von 3 Zoll im Durchmesser bis auf 155 Fufs 10 Zoll Tiefe fortgesetzt worden. Da hierauf die Wände des Bohrloches einstürzten, und dasselbe dadurch 45 Fufs 10 Zoll hoch wieder ausgefüllt wurde, so setzte man die Arbeiten nicht weiter fort, und da der Sand angehalten hatte, so verlor der Werkmeister die Hoffnung den Kalkstein zu erreichen; der jedoch, aus den in der Umgegend befindlichen Brunnen zu schliefsen, höchst wahrscheinlich unter den bereits durchbohrten Lagen von neuerer Bildung liegt.

Dieses Bohren hat $2\frac{1}{2}$ Monat gedauert und der Arbeitslohn hat mit Einschlufs des Meisterlohns betragen	1200 Fr.
Die Röhren haben gekostet	800 Fr.
Zusammen	2000 Fr.

Wir erwähnen hier nur dieser 2000 Fr.; allein der Eigenthümer, welcher aus dem Brunnen das Wasser zu einer Dampfmaschine von der Kraft von 20 Pferden zu erhalten gedachte, hat dafür überhaupt 2696 Fr. ausgegeben. Die 696 Fr. sind Reisekosten für zwei Arbeiter, Transportkosten

der Bohrwerkzeuge, und Kosten hölzerner Pumpen zum Ausschöpfen des Wassers aus dem Brunnen, von dessen Boden aus die viereckigen Röhren versenkt wurden.

Man war hier nicht sorgfältig genug verfahren. Die viereckigen Röhren waren, wie wir fanden, nicht fest genug verfertigt; die Bohlen, oder vielmehr Bretter, woraus sie bestanden, waren zu schwach, so dafs die dritte, wegen der Biegsamkeit der Bretter, nur 4 Fufs 7 Zoll tiefer als die zweite hatte eingetrieben werden können; auch war der Raum zwischen zwei Röhren viel zu grofs, so dafs sich keine vierte Röhre mehr einbringen liefs. Man hätte, um das Bohrloch mit Sicherheit vertiefen zu können, in dasselbe, unterhalb, 49½ Fufs lang, 3 Zoll im Lichten weite Röhren von 1½ Linien dickem Eisenblech bringen müssen, weil dann die Wände nicht hätten einstürzen können.

Zuweilen kann man mit geringen Kosten sehr tief bohren, wie aus folgendem Beispiele hervorgeht.

Ein Grundbesitzer im Dorfe Gonéhem, im Kreise Béthune, Departement Pas-de-Calais, hat auf einer Wiese, in der Nähe des Dorfs, vier Brunnen bohren lassen, die sehr klares Wasser liefern.

Ein Theil desselben bewässert die Wiesen, und das übrige steigt noch 11 Fufs höher und treibt das 9 Fufs hohe Wasserrad einer kleinen Mühle, welche in 24 Stunden 400 Pfund Mehl liefert.

Diese Brunnen sind im Durchschnitte etwa 140 Fufs tief gebohrt. Jeder hat zehn Tage Zeit und 4 Arbeiter erfordert, und im Durchschnitte 300 Franken gekostet.

Es sind durchbohrt worden:

Damm-Erde	20 Fufs
Sand	30 -
Thon (ziemlich gleichförmig)	60 -
Kreide	30 -

Der Theil des Kreises Béthune, welcher unter dem Namen Niederung bekannt ist, und in welchem das Dorf Gonéhem liegt, wo diese Brunnen gebohrt worden sind, hat eine so wagerechte Oberfläche, dafs das Wasser darauf nur sehr langsam abfliefst. Man kann sich beim Anblick dieses so ganz ebenen Landes, welches ringsum nur einen weiten Horizont zeigt, kaum erklären, woher das Wasser komme, welches durch die gebohrten Brunnen zu Tage gefördert worden ist. Dieses Wasser steigt 150 bis 300 Fufs tief aus der

Erde empor, erhebt sich darüber in grofsen Sprudeln, und, wenn man Röhren aufsetzt, in Strahlen von der äufsersten Klarheit.

Wir halten es für gut, noch die Ergebnisse unserer Beobachtungen einer sehr wohl geleiteten Bohr-Arbeit mitzutheilen. Als wir an Ort und Stelle kamen, war man bereits 138½ Fufs tief gekommen. Man setzte die Arbeit fort und zog den ersten Tag den Bohrer viermal heraus. Er war das erste Mal 14 Zoll, das zweite Mal 8 Zoll, das dritte Mal 6 Zoll und das vierte Mal 6½ Zoll eingedrungen. Die letzten 6½ Zoll waren sehr schwer zu durchbohren, da der gelbliche, stets kreideartige Kalkstein so hart und dicht war, dafs 7 Mann an den Drehhebel gestellt werden mufsten. Dadurch war man nun . . . . 141 Fufs 4 Zoll tief gekommen.

Am zweiten Tage bohrte man wieder 4 Fufs tiefer durch gelblichen Kalkstein, also bis auf . . . . 145 Fufs 4 Zoll.

Am dritten Tage, 2 Fufs 8 Zoll tief, durch gelblichen grauen Mergel, also bis auf . . . . 148 Fufs.

Am vierten Tage, 2 Fufs 9 Zoll tief, durch dunkelblauen kreideartigen Kalkstein, also bis auf . . . . 150 Fufs 9 Zoll.

Am fünften Tage, 2 Fufs 4 Zoll tief, durch eben solchen Kalkstein; also bis auf . . . . 153 Fufs 1 Zoll.

Vom sechsten bis zum funfzehnten Tage veränderte sich das Gestein nicht weiter und man bohrte darin bis auf . . . 176 Fufs 3 Zoll.

Im Durchschnitt ist also täglich 2 Fufs 4 Zoll gebohrt worden.

Der Werkmeister hat mit 4 Mann an dem Drehhebel gearbeitet.

Er hatte für jeden Fufs, bis zu 200 Fufs Tiefe, 4 Franken bedungen. Da sich nun, bis auf 150 Fufs tief, das 8 Zoll weite Bohrloch täglich etwa 2 Fufs vertiefen liefs, so blieb dem Werkmeister, nachdem er jedem Arbeiter 1 Fr. 20 Cent. bezahlt hatte, ein Überschufs von 3 Fr. 20 Cent. für den Fufs (welches verhältnifsmäfsig sehr viel ist).

Die Werkmeister in der Grafschaft Artois, deren sieben oder acht sind, unternehmen nicht gern gebohrte Brunnen in Verding. Wenn sie es im Thon und Kreide-Kalk-Boden thun, so verlangen sie gewöhnlich 3 Franken für den Fufs auf die ersten hundert Fufs, 3½ Fr. bis 125 Fufs, 4 Fr. bis 150 Fufs, 4½ Fr. bis 175 Fufs und 5 Franken bis 200 Fufs. Auswärts 8 bis 10 Franken für Tag, Stellung der Arbeiter und ihre Reise-Kosten. Im Allgemeinen haben sie den Erwartungen derer, welche sie

berufen haben, nicht entsprochen. Wir sind in das obige Detail eingegangen, damit man dieser Schwierigkeiten und Kosten entübrigt sein könne.

Verfahren der Engländer beim Bohren der Brunnen.

102. Das oben beschriebene Verfahren beim Bohren der Brunnen ist schon seit vielen Jahren im nördlichen Frankreich üblich. Dafs man sich dort nur hölzerner Röhren bedient, geschieht der Kosten-Ersparung wegen. Aber man kann auch, wie in England, gufseiserne und kupferne Röhren nehmen, wodurch die Arbeit häufig leichter und schneller von Statten gehet. Seit einigen Jahren hat man in der Umgegend von London besonders in Richmond, Brentford, Kingston u. s. w. eine Menge von Brunnen mit metallenen Röhren gemacht; da das Verfahren von dem in Frankreich üblichen etwas abweicht, so wollen wir es kurz beschreiben.

Man gräbt zuerst vier senkrecht stehende, 20 Fufs lange, eichene Bäume 8 Fufs von einander ein, und verbindet sie durch vier Paar Kreuzbänder. Hierauf befestiget man 4 Balken an die Rüstbäume und legt darauf Bohlen, zu einem Boden, auf welchem die Arbeiter stehen, welche die Bohrerstange vermittelst der Drehhebel umdrehen sollen. Oberhalb dieses ersten Bodens, etwa 24 Fufs über der Erde, wird ein zweiter Rüstboden angebracht, und darüber eine Welle, an deren Enden sich Handkurbeln befinden, und um welche das Tau sich wickelt, woran vermittelst eines Hakens die Bohrerstange hängt. Die Traghölzer der beiden Boden werden vermittelst Seile an die Rüstbäume befestiget. In dem einen Winkel der Rüstung werden Leitern aufgestellt, und beim Bohren verfährt man wie folgt. Das Bohrloch wird gewöhnlich 6 Zoll 2 Linien im Durchmesser gemacht, und wenn man bemerkt, dafs dessen Wände nicht mehr fest genug sind, so bringt man in dasselbe gufseiserne, 9 Fufs lange, cylindrische Röhren, von 5 Zoll 4 Linien lichter Weite, mit etwa 4 Linien dicken Wänden. Diese Röhren haben oben und unten innerhalb kleine Vorsprünge. Wenn ein Röhrenstück in den Boden getrieben ist, so setzt man das zweite darauf, dann das dritte u. s. w. durch die ganze Sandlage hindurch. Die in einander greifenden Theile der einzelnen Röhrenstücke sind 2 Linien dick, und werden, nachdem sie in einander gesteckt sind, durch drei oder vier, etwa 5 Linien im Durchmesser starke Schrauben mit versenkten Köpfen, mit einander verbunden.

Um diese eisernen Röhren einzutreiben, hängt man am Umfange derer, die noch über der Erde sind, schwere Körper, wie Kanonenkugeln,

Bomben und dergleichen, unmittelbar unter dem ersten Rüstboden auf, damit die Arbeiter am Bohrer nicht gehindert werden. Da aber das Gewicht dieser Körper nicht immer hinreicht, die eisernen Röhren bis auf den Thon oder die festen Lagen unter dem Sande zu treiben, so hängt man an den Haken des erwähnten Taues einen Rammklotz von 400 Pfund schwer auf, der zwischen zwei Läuferruthen herabfällt, welche man, so oft es nöthig, zwischen die beiden Rüstboden einsetzt. Der Rammklotz erhält entweder eine Rinne oder vier Arme auf jeder Seite und mufs so herabfallen, dafs seine Achse stets in der der Röhren bleibt. Wenn gerammt werden soll, treten sechs Mann an die beiden Handkurbeln an der Welle, und indem sie durch Umdrehung derselben den Rammklotz in die Höhe heben, ziehet ein etwa 3 Fufs vom Mittelpuncte entfernt stehender Arbeiter das andere Ende des Seils nach sich, und sorgt dafür, dafs solches stets nur zweimal umgewickelt ist. Hat der Rammklotz seinen höchsten Stand erreicht, oder befindet er sich etwa 10 bis 12 Fufs hoch über dem obern Ende der Röhre, so läfst der zuletzt erwähnte Arbeiter das Tau los, und der Rammklotz fällt auf eine Art von gufseisernem Knecht, der auf der Röhre liegt, in welche er eingreift. Dies wird so oft wiederholt, als die Rammschläge noch wirken. Geben die Röhren nicht mehr nach, so bringen die auf dem untersten Rüstboden stehenden Arbeiter die Bohrerstange wieder ein, welche durch das Gerüst selbst in lothrechter Stellung erhalten wird, indem in jeden Boden ein Einschnitt gemacht ist, worin sie hinabsinkt, und drehen dann wieder, vermittelst derselben, das Bohrstück um, welches ein Schaufelbohrer oder ein Schneckenbohrer ist, und vertiefen so das Bohrloch.

Die Engländer nehmen nur Röhren von vollkommen guter Beschaffenheit, an welchen sämmtliche in einander greifende Theile sehr sorgfältig abgedreht sind. Das Eisen mufs von gleichförmigem Gusse und geschmeidig sein, damit es die Rammstöfse besser aushält. Die Röhrenwände müssen auch überall gleich dick sein, welches nicht ganz leicht beim Gusse zu erlangen ist.

Überhaupt verfahren die englischen Arbeiter mit grofser Sorgfalt und mit der äufsersten Vorsicht, und sind auch erfahrner und geschickter als die im nördlichen Frankreich.

Da die gufseisernen Röhren die Rammschläge sehr gut aushalten, und ihre Querschnitte viel geringer sind, als die der oben beschriebenen viereckigen Röhren, so kommt man fast immer mit einem einzigen Satze solcher Röhren durch die Sandlagen, selbst wenn diese 100 Fufs tief reichten.

Hört der Sand auf, so macht man das Bohrloch durch den Thon, bis zum kreideartigen Kalkstein, nur 4 Zoll im Durchmesser. Hierauf bringt man, um das obere Quell-Wasser von dem untern abzusondern, von der Oberfläche des Bodens an bis zu dem Quellwasser, kupferne, 3 Zoll 8 Linien im Lichten weite, 2 Linien in den Wänden dicke Röhren ein, welche gewöhnlich innerhalb verzinnt werden. Um sie leicht eintreiben zu können, löthet man sie nach und nach zusammen, und zwar mittelst eines glühenden Eisens, welches man bis zum Stofse hineinsteckt. Hat man sie in die Lage gebracht, in welcher sie bleiben sollen, so füllt man den Raum zwischen den kupfernen und den sie umgebenden eisernen Röhren mit Thon oder mit einer Mischung von Steinkohlen-Asche und ungelöschtem Kalk aus.

Dieses Verfahren, welches wie man sieht dem in Frankreich üblichen ähnlich ist, hat vor demselben in Bezug auf die Arbeit bedeutende Vorzüge. Die Erfahrung zeigt auch, dafs man mit eisernen Röhren in viel kürzerer Zeit durch den Sand gelangt, als mit viereckigen hölzernen, weil das Bohrloch weniger weit zu sein braucht; allein auf der andern Seite sind die gufseisernen und kupfernen Röhren viel theuerer als die hölzernen. Wir glauben, dafs, ungeachtet kupferne Röhren länger dauern als hölzerne gebohrte, das Verfahren der Engländer doch nur dann zu empfehlen sei, wenn der Boden so schwierig ist, dafs drei oder vier hölzerne viereckige Röhren nöthig sind, weil dann die Kosten beider Verfahren ungefähr gleich sind.

In der Citadelle von Calais ist durch Engländer ein Brunnen gebohrt und durch drei-monatliche angestrengte Arbeit 300 Fufs tief getrieben worden. Er liefert, bis auf den 18 Fufs unter der Erdoberfläche liegenden Boden des ausgegrabenen Brunnens, $9\frac{1}{2}$ Cubik-Meter Wasser in 24 Stunden. Das Wasser ist nicht so gut als das Brunnenwasser 2 oder 3 Lieues von der Stadt. Indessen ist es allenfalls brauchbar, und es ist zu hoffen, dafs es so bleiben werde. Doch läfst sich das Letztere nicht verbürgen, weil das Wasser, welches man sich im Jahre 1819 in der Citadelle verschafft hatte, allmälig verdorben ist.

Der laufende Fufs gufseiserner Röhren von den beschriebenen Maafsen wiegt gewöhnlich 21 Pfund und kostet 8 Franken. Der laufende Fufs kupferner Röhren wiegt 4 Pfund und kostet $10\frac{1}{2}$ Franken.

11.

Über schwache Stellen in Gebäuden.

(Vom Hauptmann im Königl. Ingenieur-Corps und Festungs-Bau-Director Herrn *Wittig* zu Colberg.)

Wenn der Baugrund gut und fest befunden, oder durch künstliche Hülfsmittel gesichert worden ist, wenn Zeichnungen und Calcul zu irgend einem Gebäude angefertigt worden sind und alles genau erwogen zu sein scheint: können sich dennoch im Fortgange des Baues nachtheilige Fälle ereignen, die nicht berechnet und speciell genug vorhergesehen werden konnten; daher dann gewöhnlich, wenn solche Schwierigkeiten schon beim Bau-Entwurfe gefühlt werden, gesagt wird: es finde sich bei der Ausführung.

In der Militair-Baukunst werden, nach der Sprache der Ingenieure, diejenigen einzelnen Stellen, welche gegen das Wurf- und directe Rohrgeschütz durch irgend eine Zufälligkeit in der Bau-Construction nicht die vorgeschriebene Normal-Stärke erhalten, mit dem Ausdrucke: schwache Stellen bezeichnet. Dieser treffende Ausdruck läfst sich sehr gut auf die Civil-Baukunst und zwar in dem Sinne übertragen, dafs darunter Stellen, im Mauer- wie im Holzverband, verstanden werden, die zwar dem Anscheine nach stark genug sind eine bestimmte Last zu tragen, bei genauer Untersuchung aber der Standfestigkeit des Gebäudes offenbar Eintrag thun.

Es giebt auch, ohne sich gerade auf jenen bequemen Trostspruch „es finde sich" zu stützen, wirklich selten ein Gebäude von einiger Bedeutung, bei welchem nicht schwache Stellen während der Ausführung zum Vorschein kämen, wogegen aber der Baumeister immer auf der Hut sein mufs, weil sie sich nach erfolgter Ausführung schwer und oft gar nicht verbessern lassen. Eben so wahr ist es, dafs häufiger durch die Unachtsamkeit und Indolenz der Bauleute, als durch die Schuld des Baumeisters schwache Stellen in Gebäuden entstehen.

In dem Nachfolgenden werde ich einige derselben berühren und die Bemerkungen den Sachkennern zur Beurtheilung überlassen.

In (Taf. VIII. Fig 1.) ist der ganz gewöhnliche Fall vorgestellt, der sich am häufigsten an Eckgebäuden, oder an Seitengebäuden, auf Hofplätzen u. s. w. findet, dafs nemlich die Eckpfeiler $3\frac{1}{2}$ Ziegelläuge (zu 10 Zoll) oder 2 Fufs 11 Zoll, und die Mittelpfeiler 3 Ziegellängen oder 2 Fufs 6 Zoll breit sind, um möglichst viel Tageslicht in die Zimmer einfallen zu lassen. Die Dicke der Mauern ist in der ersten Etage, von welcher hier nur die Rede sein wird, zu $2\frac{1}{2}$ Ziegellängen oder 2 Fufs 1 Zoll und die Höhe der Etagen von Balken zu Balken zu 12 Fufs angenommen. Die Fenster sind 4 Fufs breit und 7 Fufs im Lichten hoch, auswendig scheitrecht und inwendig mit 6 Zoll Zirkel (Fig. 3.), $1\frac{1}{2}$ Ziegellängen stark überwölbt angenommen. Die Fenster-Offnungen sind nach Innen auf jeder Seite 5 Zoll erweitert, das heifst: die Pfeiler sind um eben so viel nach Innen verjüngt (abgeschmiegt) und es ist den Fensterlichten von Innen auf beiden Seiten $2\frac{1}{2}$ Zoll Anschlag (auch Rabat genannt) gegeben, wie der Grundrifs (Fig. 4.) ohne weitere Beschreibung zeigt, und wie alles dies auch in der Regel, höchstens mit nur sehr geringen Abweichungen, so ausgeführt wird. In der darüberliegenden zweiten Etage ist für das Mauerrecht $\frac{1}{2}$ Ziegel abgesetzt, und es sind daher hier die Mauern um so viel schwächer.

In (Fig. 2.) ist die Façade dazu geputzt und gequadert vorgestellt. Die Quadern der Fensterpfeiler sind etwas schwerer, als die der Fensterbogen und der darauf ruhenden Brustmauern. Sind nun die Glieder der Brustgesimse zart (Filigrain) chablonirt, die Quaderfugen schmal und scharf, und ist das Ganze grade geputzt und schicklich gefärbt, so wird es unbezweifelt ein gefälliges, Vertrauen erweckendes Ansehen haben, und Niemandem wird es einfallen zu behaupten: es sei hier ein Verstofs gegen das statische Gesetz gemacht worden; dennoch möchte dem also sein, denn es befinden sich dahinter, wie wir sogleich sehen werden, schwache Stellen.

Es herrscht nemlich bei den meisten Maurern der übliche Gebrauch, oder vielmehr das unselige Vorurtheil, die Fensterbögen möglichst weit rechts und links übergreifen zu lassen, wodurch sie einen höheren Grad von Festigkeit zu erzielen wähnen, weil sie die Fensterbogen nicht als eine keilförmige, höchst expansible Zwischenfügung, sondern, in dem verkehrtesten Sinne, als einen bindenden Gurt oder eine Zange betrach-

ten. Diese Meinung habe ich bei sonst recht verständigen und zuverlässigen Leuten gefunden, und sie waren, was kaum glaublich ist, davon nicht abzubringen.

In dieser Meinung stecken sie (nach Fig. 1. und 3., welche die äufsere und innere Ansicht darstellen) in der Regel $1\frac{1}{2}$ Fenster breit vom Fenstersturz nach unten hinunter, spannen ein Lattenstück quer in das Fenster, schlagen in die Mitte desselben einen Nagel *a* als Centrum ein, woran sie eine Schnur befestigen, welche sie die Leier nennen, und nach welcher die Bogenschichten gemauert werden. Dann lassen sie, wie so oben erwähnt, eine und wo möglich noch zwei Schichten in die Pfeiler, und zwar über den Schneidepunct der innern Abschrägung oder Schmiege der Pfeiler hinaus, eingreifen; sie lassen nemlich die Widerlager um eben so viel zurücktreten, damit ja die Anfangsschichten der Bogen gehörig aufsitzen. Auf diese Weise laufen dann die Widerlager auf den Mittelpfeilern (auch Sattel genannt) zuweilen bis auf einen halben Ziegel, auch wohl ganz spitz, nach Oben zusammen, wodurch nun schwache Stellen in Menge entstehen, wie aus den Fig. 1. 3. und 4. deutlich zu ersehen ist.

Am nachtheiligsten ist diese Anordnung für die Eckpfeiler als Endwiderlager, welche dadurch bis etwa auf 1 Fufs 8 Zoll geschwächt werden; denn greift die durchlaufende Mauerlatte vielleicht 1 Fufs tief in den Eckpfeiler ein, und ist der letztere überhaupt gut an das Gebälk angeankert, so beschränken sich die Folgen im glücklichsten Falle darauf, dafs am Eckpfeiler der Fenster-Anschlag dicht unter dem Bogen wegspringt, weil die eingreifenden ersten Bogenschichten von der obern Pfeilerlast sehr gedrückt werden, und dafs Risse in der Fensterbrüstung, etwa wie sie in Fig. 1. angedeutet sind, entstehen.

Häufig genug mag es aber auch sein, dafs wie in Fig. 3. gerade auf dem Widerlager eines Mittelpfeilers ein Balkenkopf liegt, der einen ganzen Fufs über die Mauerlatte hinaus in den Pfeiler eingreift. Geht nun ein solcher einst in Fäulnifs über, und fällt alsdann das Mauerwerk nicht tragbar mehr aus, so balancirt der Pfeiler der zweiten Etage auf einer sehr geringen Unterlage, und es würde dann im schlimmsten Falle nichts Anders übrig bleiben, als die Eckfenster von Unten bis Oben zuzumauern und das früher gehabte Licht zu opfern, um den sämmtlichen Fensterbögen ein solideres Endwiderlager zu verschaffen. Das Verfahren mufs also allerdings

zu der natürlichen Frage führen: warum nicht lieber von Hause aus ein Fenster weniger gemacht, und das dadurch gewonnene Maafs den übrig bleibenden Pfeilern an Stärke zugetheilt worden sei.

In Fällen, wo die Höhe der Fenster wegen der geringen Etagenhöhe keine Bogenmauerung zuläfst, was häufig vorkommt, weifs man sich dadurch zu helfen, dafs man starke Fensterhölzer von Halbholz über die Fensteröffnungen und unmittelbar darüber die Mauerlatten legt, so dafs die von Aufsen vorgemauerten Fensterbögen diese Hölzer maskiren.

Es kommen sogar Fälle vor, wo die Mauerlatten das Fensterlicht abschneiden, und da man einen zufällig über das Fenster treffenden Balken nicht auf die blofse Mauerlatte legen kann, so wird solcher einfach vertrumpft, und der Trumpf (oder Wechsel) nach seiner Breite zum Theil oder ganz in die Mauer gelegt.

Diese Anordnung ist auch bei hohen Etagen und schmalen Fensterpfeilern, wenn die Eintheilung ihnen eine gröfsere Breite zu geben nicht erlaubt, die sicherste, selbst dann, wenn die Etagenhöhe keine Fensterbögen zuläfst, wie (Fig. 5. und 6.). Denn erstens werden die Pfeiler durch die spitz auslaufenden Widerlager nicht geschwächt, vielmehr behalten sie in den Widerlagen der schwächern Bögen, welche die Hölzer von Aufsen verblenden, fast ihre ganze Stärke, besonders wenn zum Centrum der sogenannten Leier die doppelte Breite der Fenster, z. B. bis *b*, hinuntergesteckt und das Widerlager dadurch steiler gemacht wird, was um so mehr ohne Nachtheil geschehen kann, als es blofs auf die Unterstützung der unbedeutenden Last der Fensterbrüstung ankommt. Zweitens ist es leicht die Gabeln und andere Vorrichtungen zu den Fenstervorhängen an diese Hölzer anzubringen, in deren Ermangelung die Fensterbögen nicht selten zur Ungebühr zerhämmert werden. Überhaupt hat solch ein Fensterholz, zumal wenn nicht gerade ein Balken in das Fenster trifft, wie oben erwähnt, gar wenig zu tragen, und die Besorgnifs wegen des baldigen Verfaulens der Hölzer ist nicht sonderlich begründet, indem sie weniger von der Fäulnifs angegriffen werden, als die Balkenköpfe. Dies ist oft genug beim Abbrechen alter Gebäude wahrgenommen worden, wo sich zuweilen altes, bis auf eine oder zwei freie Seiten vermauertes Holz, besonders eichenes, Jahrhunderte lang frisch und gesund erhalten hatte, wenn es ursprünglich nur nicht ganz nafs eingelegt, oder dem häufigen Wechsel der Nässe und Trockenheit ausgesetzt war.

Es scheint daher der Mifsbrauch des weiten Eingreifens der Fensterbögen, der noch dazu am häufigsten und übertriebensten in den untern Etagen, ohne Rücksicht auf die nicht selten sehr schmalen Fensterpfeiler und die darüber aufzuführende Last vorkommt, alle Aufmerksamkeit der Baubehörden zu verdienen.

Ein anderes Beispiel, wie sehr dergleichen kleine Widerlager oder Sättel zuweilen der heftigsten Pressung und Belastung ausgesetzt werden, findet sich in Vestibulen, Treppenhäusern u. s. w., wo in den Erdgeschossen wegen der Durchfahrten, Estraden u. s. w. die Mittel- und Corridor-Mauern an diesen Stellen durch Säulen und Pfeiler und darüber gespannte Bogen und Gewölbe unterbaut werden. Die Öffnungen in diesen Mauern sind zuweilen bedeutend, und die durch alle obere Etagen über die oft spindelhafte Unterstützung hinweggeführte Last der vollen, hin und wieder blofs durch eine Thür unterbrochenen Mauern ist sehr grofs. Es wird daher hier die Aufmerksamkeit und Sorgfalt der Baumeister ganz besonders in Anspruch genommen, und die Unterbauungen müssen stets aus hartem, zuverlässigem Steinmaterial gemacht werden, um nicht schwache Stellen zu erzeugen.

In (Fig. 7. 8. 9. 10.) ist der oft vorkommende Fall vorgestellt, dafs wegen einer Durchfahrt von 11 Fufs breit und wegen eines an jeder Seite befindlichen Aufganges zur Haupttreppe von 8 Fufs breit die Corridor-Mauer unterbrochen und durch zwei Pfeiler unterstützt wird. Diese Pfeiler sind 3 Ziegellängen zu 10 Zoll, oder 2 Fufs 6 Zoll im Gevierte stark, und die darüber in den obern Etagen hinweggeführten Mauern mögen 2 Ziegellängen oder 1 Fufs 8 Zoll stark sein.

Es ergiebt sich schon hieraus, dafs die Widerlager *c* und *d*, im eigentlichen Sinne des Wortes, sehr stark in die Klemme kommen, und dafs es sehr gerathen ist, zu diesen Widerlagern, so weit als bei *c* durch Schraffirung angedeutet, entweder Sandsteine, oder harte Ziegelsteine, gut und zuverlässig gemauert, zu nehmen *).

Damit die Oberfläche des Widerlagers möglichst breit werde, möchte es gut sein, den kleineren Bogen nicht wie in (Fig. 7.) eben so hoch, sondern niedriger zu machen als den gröfseren, und zwar wie (Fig. 8.) punc-

---

*) In Berlin werden zu dergleichen Arbeiten in der Regel gute Rathenower Mauerziegel genommen. Anm. d. Verf.

tirt zeigt, nach einem Zirkelstück des gröſseren Bogens, wodurch die Oberfläche des Widerlagers gröſser und zugleich tragefähiger wird. In den Grundrissen Fig. 9. und 10. ist der Unterschied der Oberfläche des Steins von etwa 140 Quadrat-Zoll zu erkennen, indem die kleinere Fläche etwa 220 und die gröſsere 360 Quadrat-Zoll enthält. Ein solcher Unterschied ist da, wo sich die ganze Unterstützung einer bedeutenden Last auf so kleine Flächen reducirt, allerdings wichtig.

Man muſs zwar annehmen, daſs Versuchen zufolge ein Quadrat-Zoll Ziegelmauerwerk eine Last von 1124 Pfunden *) und also jene gröſsere Fläche von 360 Quadrat-Zoll eine Last von 404640 Pfunden zu tragen vermag, welche die wirklich darauf ruhende Last um mehr als das Dreifache übersteigen würde **); allein es kann in solchen Fällen ein genaues Abwägen der widerstehenden Kraft zur Last am wenigsten in Betracht kommen, vielmehr ist es nur nöthig für zufällige Ereignisse, und überhaupt für die Sicherheit, ein Bedeutendes in Anschlag zu bringen.

Wollte man die Bogen nach (Fig. 11.) mittelst eines vollen Halbzirkels oder irgend eines gedrückten Zirkels überwölben, so würden sie zwar fast in ihrer ganzen Stärke auf dem Mittelpfeiler ruhen, und man würde den Bögen selbst, wegen ihrer vollen und unverrückbaren Endwiderlager, eine ungeheure, bis zum Zerdrücken der Pfeiler reichende Last zutrauen dürfen, auch überdies noch die untern Räume leicht überwölben können; indessen würde man dadurch in den Rundbogenstyl fallen, welcher sich heutiges Tages besonders deshalb nicht überall schicken würde, weil er eine schwer zu vermeidende Störung der Pilaren des Vorhauses und der Haupttreppe bis oben hinauf verursachen würde. Bei den flachen Zirkelsegmenten hingegen wird der geradlinige Styl dadurch sehr leicht erreicht, daſs die Bogen, mittelst der zu beiden Seiten auf die Pfeiler gelegten Hölzer *ef* (Fig. 10.) von Unten und zur Seite so breit als die Pfeiler verschalt und etwa nach (Fig. 8.) mit geraden Gesimsen, die Decke aber mit Kassetten decorirt werden, wobei jedoch die Zwischen-

*) Nach Quantin's Angabe, im 1sten Bande des Handbuchs von Accum, über die physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, Seite 264.
Anm. d. Verf.

**) Hierbei ist angenommen, daſs die durchlaufenden Corridor-Mauern in der genannten Stärke von 20 Zoll durch noch 2 Etagen zu 12 Fuſs hoch hinunter geführt werden, und daſs der Cubikfuſs halb trockenes Mauerwerk 112 Pfund, der Cubikfuſs kiehnen Holz 40 Pfund wiegt. Anm. d. Verf.

wölbungen wegbleiben müssen, indem es dazu, selbst zu leichten und flachen Kappen, in den gewöhnlichen Fällen an Höhe fehlt.

Dafs nicht allein auf die möglichst solide Verfertigung solcher Mittelwiderlager, sondern auch auf eine eben so zuverlässige Mauerung der Pfeiler gesehen werden müsse, folgt aus Vorstehendem genügend. Denn angenommen, dafs auch die Fundamente der Pfeiler von solcher Beschaffenheit sind, dafs sie nicht nachgeben können, so wird dennoch das Mauerwerk der Pfeilerschäfte, besonders im frischen Zustande, bedeutend von der Last zusammengedrückt werden, wovon man sich am besten überzeugen kann, wenn man einige Zeit nach der Vollendung eine Schnur über den Fufsboden der obern Corridore ziehen läfst; daher denn solchen Pfeilern stets möglichst lange Zeit zum Austrocknen vergönnt werden sollte, bevor man ihnen so ungeheure, oft nicht vorher berechnete Lasten zumuthet.

Wie sehr es überhaupt gerathen sei, zu Pfeilern, besonders aber zu Säulen, die wegen ihrer runden und schlanken Form an sich schon bis auf das Minimum geschwächt sind, festes Gestein, wenigstens Sandstein zu nehmen *), und wie leicht sich dagegen das Ziegelmauerwerk zusammendrückt, so dafs es bei fortgesetzter Belastung sogar zersprengt wird, davon hier ein Paar Beispiele.

Es wurde nemlich einst vor einem grofsartigen Prachtgebäude ein Peristyl von nur einer um die Säulenweite vorspringenden Pfeilerreihe von 6 Säulen in Korinthischer Ordnung erbaut. Zur Ersparnifs mauerte man die Säulenschäfte aus Ziegelsteinen, welche Schäfte unterhalb etwa $2\frac{1}{2}$ Ellen **) Durchmesser haben mochten, während man die Basen und Capitäler mit vieler Opulenz aus Sandstein machte. Zu den Schäften wurden den Maurern die Chablonen, nach bestimmten Verjüngungs-Abschnitten gegeben, und nachmals sollten die cannelirten Schäfte mit Stuck überzogen werden. Beim Mauern der Schäfte beobachtete man alle Vorsicht; die Arbeit wurde zwar in Verding gegeben, aber auf eine Weise,

*) Nach den schon angeführten Versuchen von Quantin, erfordert ein Quadrat-Zoll Sandstein zum Zerdrücken 2631 Pfund Belastung, also über das Doppelte mehr als Mauerziegel. An derselben Stelle findet man mehrere interessante Resultate, welche die Versuche von Perronet, Muschenbrök, Gauthey, Smeaton u. s. w. mit Bausteinen ergeben haben. Anm. d. Verf.

**) Ziemlich 5 Rheinl. Fufs. Es dürfte nicht überflüssig sein zu bemerken, dafs der Fall, welcher dem damaligen ersten Bau-Dirigenten viel Gram verursachte, sich nicht im Inlande und überhaupt nicht in Deutschland ereignete. Anm. d. Verf.

dafs keine Mifsgriffe und Pfuschereien vorkommen konnten. Die Maurer bekamen nemlich für die steigende Elle ein Bestimmtes, und ihrer zwei durften nicht mehr als eine Elle hoch an jedem Tage mauern, was ohne sonderliche Anstrengung und mit aller Aufmerksamkeit geschehen konnte. Die Ziegel waren eine Art gelber, gut gebrannter Klinker, etwa 8 Zoll lang, 4 Zoll breit, 2 Zoll hoch. Der Kalkmörtel war vorzüglich gut, und besonders dazu verfertigt. Der Ziegelverband war in jeder Schicht vorgeschrieben. So schien bei der Anordnung und Ausführung alles beachtet zu sein, was ein so viel Interesse erregendes Bauwerk erforderte. Nach erfolgter Aufmauerung der Säulenschäfte und nachdem die Capitäler aufgesetzt und eingerichtet waren, sollte das Hauptgesims, welches sich demjenigen des Gebäudes anschlofs, nebst Frontispice aufgesetzt werden. Hiervon wurde der Architrab aus vollen Sandsteinen von Säule zu Säule übergestreckt, wozu bekanntlich bei guten Verhältnissen der gedachten Ordnung, nach dem beschriebenen Säulendurchmesser, schon ansehnliche Blöcke gehörten. Der Fries wurde, nach erfolgter, zuverlässiger Verankerung, und nachdem die Verbindung des Peristyls mit dem Gebäude mittelst eingelegter, nachher verschalter und abgeputzter Balken hergestellt war, gemauert und von Säule zu Säule mittelst leichter Bogen überwölbt. Auf diese legte man die grofse Platte des Hauptgesimses von Sandsteinen; das Frontispice wurde abermals gemauert und darüber sollte dann die Corniche von Sandsteinen gelegt werden. Obgleich nun das ganze Bauwerk ohne Übereilung und wie gesagt mit aller Vorsicht ausgeführt worden war, ergab sich doch, dafs sich die Säulen, aus nicht leicht zu erklärenden Ursachen, u n g l e i c h setzten, und der Architrab an einigen Stellen barst. Am Unterbau der Säulen konnte das verschiedene Setzen nicht wohl liegen, denn sie waren auf demselben alten Fundamente wieder errichtet, welches früher eine ganz ähnliche Last, ohne zu wanken, manches Jahr getragen hatte. Die Folge war, dafs der Übelstand, so gut als es sich thun lassen wollte, redressirt und zur Erleichterung der Last des Hauptgesimses und des Frontispices alles aufgeboten werden mufste. Daher wurde die Corniche nun von Holz statt von Sandstein verfertigt, mit Metallpatten beschlagen und angestrichen, wie es jetzt noch so sein mag.

Ein anderes Beispiel, welches sich bei einem Wohngebäude ereignete, und welches zeigt, dafs gemauerte Pfeiler auch zum Bersten und gar zum Zusammendrücken durch fortgesetzte Belastung zu bringen sind,

bestand darin, dafs ein neu gewölbtes Souterrain, welches bei einer ansehnlichen Bogenweite nur einen Mittelpfeiler hatte, völlig zusammenstürzte, während man im Begriff war, in der darüber liegenden Etage, über dem Gewölbe eine massive Wand und einen Schornstein aufzuführen. Der Pfeiler war offenbar zu schwach, nur 2 Fufs 11 Zoll im Gevierte, mit einspringenden Winkeln auf den Ecken von 4 Zoll lang, in Form eines Kreuzes, etwa 6 Fufs hoch aufgemauert. Der Sockel, wie der Kranz oder die Deckplatte des Pfeilers, waren gemauert, und von hier aus war das Gewölbe 8 Zoll dick, und in den 20 Zoll breiten Gurtbögen 12 Zoll stark, nach allen Seiten hin, nach einem vielleicht um $\frac{1}{5}$ der Höhe gedrückten Bogen als Kreuzgewölbe überspannt worden. Der Einsturz erfolgte glücklicherweise in der Nacht und ohne andern Nachtheil, als dafs der Bau von Neuem, mit Verlust des Kalkes und der darauf verwendeten Arbeit, vorsichtiger wiederholt werden mufste. Die sorglose Unachtsamkeit bei der Ausführung des Mauerwerks des Pfeilers war nebst seinem geringen Umfange an diesem Unfalle schuld; denn man wollte Tags vorher schon einen Rifs in dem Pfeiler bemerkt haben, der auf das Bersten desselben deutete, ohne dafs man sich weiter an diese augenscheinlich schwache Stelle gekehrt hatte. Eine nähere Untersuchung und Erforschung der Ursache war nach dem Einsturze, wegen des zerstörten Zustandes des Ganzen, nicht möglich.

Wie sehr selbst gut gearbeitetes Mauerwerk im frischen Zustande und bei zunehmender Belastung geeignet ist zu schwinden und sich zu setzen, davon geben die mit Sandsteinen maskirten oder geblendeten Façaden, wie sie wohl in dem Bereiche der untern Etage gemacht zu werden pflegen, und wie (Fig. 12.) im Profil zu sehen ist, den Beweis.

Der Sandstein, wenn gleich der Temperaturwechsel merklich auf ihn wirkt, möchte sich, ohne zermalmt zu werden, nicht mehr zusammendrücken lassen, als um seine wenigen Fugen. Sind die Steine aufeinander geschliffen, und bleiben sie so ohne alles Dazwischenthun stehen, wie es z. B. an ältern griechischen und römischen Monumenten noch zu sehen, und was unter andern auch mit den Säulen am Pantheon zu **Paris** geschehen sein soll, so ist wohl an weiteres Zusammendrücken nicht zu denken, obgleich die meisten Arten von Sandsteinen nicht ohne Elasticität sind, welches sich sehr deutlich an langen schmalen Gesimssteinen, Thür- und Fenstergewänden u. s. w. abnehmen läfst.

Wird daher der Sandstein mit dem Mauerwerk zusammengestellt und dergestalt in aufrechte Verbindung gebracht, daſs beide Theile gemeinschaftlich eine Last tragen, wie in (Fig. 12.), so entsteht in der Regel beim Nachgeben des Mauerwerks eine widrige Ausbauchung des Sandsteins, etwa nach der punctirten Linie, und man hat Beispiele, daſs sich eine solche schwache Stelle über die ganze Fronte eines Gebäudes erstreckt.

Es ist daher zu rathen, entweder ganz massiv von Sandstein oder ganz von bloſsem Mauerwerk zu bauen, wovon jedoch die Plinten oder Sockelsteine eine Ausnahme machen, welche in der Regel nur niedrig, oft auch nur doppelt so dick sind, als ihr Vorsprung beträgt. Eben so können die dünnen Marmorplatten nicht in Betracht kommen, womit die innern Wände zuweilen belegt und so zu sagen fournirt werden. Welche ungeheure Lasten gute Sandsteine zu tragen vermögen, wenn sie so aufgestellt sind, daſs ihre Lager horizontal laufen, zeigen, nächst den Pfeilern in alten gothischen Gebäuden und Gewölben, die Pfeiler und kreuzgewölbten Souterrains in den Magazinen und Speichern. Solche Pfeiler sind nicht nur die Unterstützungspuncte des Gewölbes und der unmittelbar auf dasselbe aufgepackten Last der Waaren, sondern auch die Unterstützung der Last, welche in allen Etagen, oft 4 bis 5 an der Zahl, aufgehäuft ist, wozu noch die Last der Dachböden, des Daches und des ganzen innern Holz-Ausbaues kommt. Ist nun die Ausmauerung der Widerlager (der sogenannten Säcke) in den Gewölben sehr spitz von unten herauf, so daſs sie, wie in dem Profile (Fig. 13.) zu sehen, eine umgekehrte viereckige Pyramide bildet, und sind die Fundamente zu den Trägersäulen sorglos daraufgesezt, so ergeben sich leicht schwache Stellen.

Man hat Beispiele, daſs ganze Magazin-Gebäude, mit aller darin aufgepackten Last, im Innern zusammengestürzt und die über einander liegenden Gebälke der verschiedenen Etagen gröſstentheils zerbrochen sind, weil die Trägersäulen nicht genau auf die Mitte der Gewölbpfeiler in *g* (Fig. 13.), sondern in *h* fundamentirt waren, und also die Unterstützungspuncte nicht ganz senkrecht über einander trafen, folglich die Säulen einen schiefen Druck auf die Ausmauerung der Säcke und auf die Gewölbe ausübten.

Damit die Ausmauerung der Säcke mit der untern Spitze, bei vorausgesetzter starker Belastung einen Grund finde, ist es nicht zu verwerfen, wenn die sogenannten Anfänge der Gewölbe etwas geschwächt werden, und von der Deckplatte des Pfeilers herauf sogleich ein Kern *iklm*

(Fig. 13.) angelegt wird, und könnte er auch nur 36 Zoll im Querschnitte stark sein. Ein solcher Kern bildet dann die Grundlage zu der Unterstützung der folgenden Etagen und macht zugleich, dafs die Ausmauerung des Widerlagers nicht gänzlich als Keil wirken kann.

Man hat Beispiele, dafs diese keilförmige Wirkung, bei fortgesetzter Belastung des Gebäudes, vornehmlich dann das Bersten des Pfeilers verursacht hat, wenn der Steinmetz nicht vorsichtig genug gewesen, die Lager (Laden) des Steins horizontal, wie sie in der Regel und nur mit geringen Abweichungen im Bruche streichen, sondern senkrecht zu legen. Es bleibt dann oftmals, wie (Fig. 13.) zeigt, nur übrig, den Pfeiler mit ein Paar starken eisernen Winkelbändern, die auf zwei Ecken Schrauben und Muttern erhalten, zusammenzuschrauben.

Wer jemals die Gelegenheit wahrgenommen hat, einen von Unten bis Oben, durch alle Etagen bis in die Dachspitze hinaus mit Körnern oder andern noch schwerern Waaren und Stückgütern vollgepfropften Speicher zu betrachten und die Erschütterung zu beobachten, welche das sogenannte Fässerstürzen nebenher noch verursacht, wodurch der Druck der ungeheuren Last eine gewisse Bewegung erhält, wird nicht geneigt sein, das so eben Gesagte in Zweifel zu ziehen.

Es ist nicht zu leugnen, dafs den Souterrain-Pfeilern, welche um Raum zu gewinnen, oft kaum 2 Fufs im Quadrat, bei 5 bis 6 Fufs Höhe gemacht werden, und die überdies des gefälligern Ansehens wegen zuweilen noch mit einer leichten Deckplatte (auch Plinte genannt) versehen werden, zu viel Last zugemuthet, und dafs diese selten oder nie beim Bau in Betracht gezogen wird.

Dergleichen Pfeiler sollten in der Regel, und wären sie vom härtesten Sandstein, und das Magazin wäre über dem Souterrain nur noch 2 Etagen hoch, mindestens immer 2 Fufs 6 Zoll im Quadrat sein und wenigstens 10 Zoll starke Deckleisten oder Plinten erhalten.

Ein sicheres und beruhigendes Mittel ist es, wie (Fig. 14.), den schraffirten Kern *nopq* von Sandstein zu machen und unmittelbar darauf die Trägersäule der folgenden Etage zu gründen. Steht ein solcher Kern mit seiner untern Fläche, von etwa einem Fufs ins Gevierte, auf einem Gewölbpfeiler von 2 Fufs 6 Zoll ins Gevierte, so bleiben für den Anfang des Gewölbes rings um den Kern noch 9 Zoll, womit das Gewölbe, und sollte die Wölbung mit füfsigen Ziegeln geschehen, ohne alle Gefahr ange-

fangen werden kann, indem das Gewölbe etwa bis zur 6ten Schicht schon seine völlige Stärke von 1 Fuſs erhalten hat,' überhaupt aber der Druck aller Kreuzgewölbe immer concentrisch auf die Pfeiler erfolgt. Wird nun der Kern in dem Nacken oder dem Sack des Gewölbes fest ummauert, welches in solchen Fällen auf $\frac{3}{4}$ der Höhe, bis zum Extrados des Gewölbes, zu geschehen pflegt, und erhält der unmittelbar darauf zu setzende Sockel, ebenfalls von hartem Sandsteine, die Form wie sie in doppeltem Maaſse (Fig. 15.) mit dossirten Seiten angegeben ist, so ist es, bei vorausgesetzter Standfestigkeit der Ringmauern des Gebäudes, unglaublich, welche ungeheure Lasten ein so construirter innerer Ausbau, selbst unter der stärksten Magazin-Belastung, zu tragen vermag.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daſs vor der Überwölbung die Gebälke der verschiedenen Etagen erst durch Stützen, welche in die Mitte der Gewölbeschlüsse, zwischen die Souterrainpfeiler unter die Träger gestellt werden, und welche von der Sohle oder dem Fuſsboden des Souterrains bis zu den Trägern der ersten Balkenlage hinaufreichen, verloren abgestützt und auf gleiche Weise die Dachziegel auf das Dach gehängt werden müssen.

Wenn hiernächst die Gewölbepfeiler auf ihre Fundamente gestellt und gehörig eingerichtet worden sind, so können darüber sehr leicht jene Kerne aufgerichtet werden, worauf dann die Bogenstellung in der gewöhnlichen Art, auf verloren angebrachte, erhöhte Unterschwellungen, und dann das Überwölben, zugleich mit dem Bewölben der Kerne, nach Belieben, winkelrecht oder über Eck erfolgt.

Die Trägersäulen erhalten unten in der Mitte einen Zapfen von $2\frac{1}{2}$ Zoll ins Gevierte und 2 Zoll lang, und die Sockelsteine ein ähnliches Zapfenloch. Damit nun die Feuchtigkeit, welche sich aus den Trägersäulen wie aus allen aufrecht stehenden frischen Hölzern nach Unten in die Zapfenlöcher zusammenziehet, einen Abfluſs finde und die Säulen gegen baldige Fäulniſs im Kerne bewahrt werden, darf nur eine schmale, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll breite Rinne nach einer Seite des Sockelsteins hin ausgehauen werden, wie in Fig. 15. schraffirt angegeben ist.

Nicht selten werden zur Vermehrung der Tragefähigkeit (bei vorausgesetzten starken Endwiderlagern) statt der hölzernen Träger und Ständer, gemauerte Längenwände, mit Pfeilern und Bögen, nach (Fig. 16.) eingezogen. Hierbei entstehen oft schwache Stellen in den Pfeilern da-

durch, daſs man nicht nur die Mauerlatten *r* ununterbrochen durchlaufen läſst, sondern auch noch die Balken *s* in die Pfeiler legt und darin vermauert. Dies sollte niemals geschehen; vielmehr sollten die Mauerlatten, um die Pfeiler nicht zu schwächen, höchstens nur 6 Zoll in dieselben eingreifen und die Balken an den Pfeilern, zu beiden Seiten derselben, vertrumpft werden, wie der Grundriſs zu (Fig. 16.) zeigt.

Um nicht zu sehr auf die Endwiderlager zu wirken, ist zu rathen, dergleichen Pfeiler im Querschnitt so lang zu machen, daſs in jeder Etage für die Bogenwölbung 6 Zoll abgesetzt werden kann, z. B. so, daſs die Pfeiler in der untersten Etage 5 Fuſs 6 Zoll, in der zweiten 4 Fuſs 6 Zoll, in der dritten 3 Fuſs 6 Zoll, u. s. w. lang werden. Wo solches des beschränkten Raumes wegen nicht angeht, oder der Kosten-Ersparniſs wegen nicht geschehen soll, und die Pfeiler durch alle Etagen keine gröſsere Länge als z. B. 3 Fuſs 6 Zoll erhalten, wird man wohl thun, die Bögen, wenn sie über Einen Fuſs stark sind, verzahnt einzusetzen, wie bei *t* (Fig. 16.) zu sehen.

Sind nemlich die Pfeiler nur 3 Fuſs 6 Zoll oder vielleicht gar nur 3 Fuſs lang, und werden die Bögen hingegen 1 Fuſs 6 Zoll stark gewölbt, wie es bei schwerer Belastung doch mindestens sein muſs, so werden die Pfeiler in den Widerlagern oder Naken der Bögen, im ersten Falle bis auf 6 Zoll, im zweiten Falle aber unten ganz spitz zusammenlaufen; und dergleichen Stellen sind in schwer belasteten Gebäuden, besonders wenn die Balken und Mauerlatten noch durch die Pfeiler hindurch gestreckt sind, immer schwach.

Eben so häufig wie beim Mauerwerk sind auch beim Zimmerwerk, unter Schalungen und Fuſsböden, schwache Stellen verborgen. In den Dachverbänden sind fehlerhafte Constructionen und Verbindungen am leichtesten zu bemerken. So wenig jedoch immer der einfachste Dachverband als der beste zu erachten, eben so wenig ist es der künstlichste, und an richtigem Maaſs und Stärke ist sehr bald zu erkennen, ob der Zimmermann seine mit vielem Rechte so benannte Kunst inne gehabt oder nicht.

Es giebt viele Regeln für die Zimmerkunst und für flache, mit Metall gedeckte, und steilere und schwerere Ziegeldächer. Bei den letztern, als den gewöhnlichsten, ist z. B. zu beachten, daſs das Hauptgebälk, welches mit den geraden Sparren ein festes Dreieck bildet, niemals durchschnitten werden darf, ohne durch andere eingelegte Verbindungen dem

Schube der Dachfläche zu begegnen; daſs das Gespärre, die liegenden Stuhlsäulen u. s. w. immer auf festen Grund und auf die Balken, senkrecht über die Mauerlatte, niemals innerhalb vor die Umfangsmauer, oder über diese hinaus, auf die Balken gestellt werden dürfen, daſs, wenn die Zahl der Etagen in einem Gebäude verschieden ist (z. B. an der Vorderfronte eine mehr sich befindet als an der Hinterfronte), bei der daraus entspringenden Verschiedenheit der Dachwinkel, dem Schube der gröſsern und steilern Dachfläche durch Verbindungen und Gegenstrebungen von der andern Seite entgegen gewirkt werden muſs, deren weitere Bezeichnung nicht hierher gehört.

Verstöſse gegen diese und andere allgemeine Regeln sind häufig. Um z. B. die nachtheiligen und kostspieligen Aufschieblinge zu vermeiden, werden zuweilen die Balkenköpfe nach der Richtung der Sparren, z. B. nach *uv* (Fig. 17.), abgeschrägt und das Gesims wird dann bis unter die Balken heraufgemauert. Diese Anordnung ist allerdings dann recht gut, wenn das Gesims nicht von Holz ist und die Balkenköpfe nicht zur Bildung des Gesimses mit beitragen sollen. Nur möchte zu beachten sein, daſs hier die Brust des Zapfenloches in dem Balken sehr geschwächt und vom Sparren und der darauf ruhenden Last des Daches besonders dann sehr leicht herausgestoſsen wird, wenn der in solcher Lage sehr exponirte Balkenkopf entweder durch Undichtigkeit des Daches, oder durch irgend einen andern Zufall in Fäulniſs übergeht. Um der Brust *w* des Zapfenloches wenigstens 6 Zoll Stärke zu geben, scheinen kleine, auf die Balken gesetzte Aufschieblinge, wie sie schraffirt gezeichnet sind, nicht vermieden werden zu können, wenn man gegen schwache Stellen sicher sein will. Solche kurze Aufschieblinge werden in einem Ziegeldache wenig oder gar nicht bemerkbar sein, und die geringen Kosten derselben können gegen die gröſsere Sicherheit nicht in Anschlag kommen. Daſs sie bei den Französischen sogenannten Fett- oder Pfetten-Dächern, so wie bei allen flachen, mit Metallplatten bedeckten Dächern (von welchen sich im ersten Bande dieses Journals Seite 119. u. s. w. mehrere sehr gut construirte Profile finden), unnöthig sind, versteht sich von selbst.

Das Schieben der Dachsparren darf bei schweren, doppelt mit Ziegeln bedeckten Dächern überhaupt nicht gering angeschlagen werden, besonders wenn im Winter die Dächer mit Wasser und Schnee belastet und oft heftigen Windstöſsen ausgesetzt sind. Daher sind auch alle Dachcon-

structionen gewagt zu nennen, wo das Dachgebälk durchschnitten ist, es sei denn, daſs, wie schon erwähnt, auf hinreichenden Ersatz der dadurch verloren gegangenen kräftigen Verbindung des nicht selten sehr groſsen und weit gesperrten Dreiecks oder vielmehr der Dachschenkel gerücksichtiget worden ist.

Es giebt allerdings Fälle, wo dergleichen Constructionen für gewisse Zwecke nothwendig sind. So z. B. entsinne ich mich eines an einen Garten grenzenden und freistehenden Seitengebäudes zu Berlin, welches früher zu einem Liebhaber-Theater benutzt wurde, und welches gar kein eigentliches Dachgebälk hatte, da der innere Raum durch 2 Etagen vom Fuſsboden bis zum Kehlgebälke reichte. Dergleichen Dachconstructionen sind z. B. auch in Fabrikgebäuden vielfältig zu finden.

Auch weiſs ich, daſs in Reitbahnen von 50 Fuſs breit und darüber, deren ganz einfache Construction auf dem Grundsatze der gebrochenen (Mansarden-) Dächer beruht, den Schwellen der Stuhlsäulen nur ein massiver, einige Fuſs über der Erde erhabener Unterbau gegeben worden ist, welcher bei angemessener Stärke und fester Gründung die Stelle des Dachgebälkes völlig ersetzt. Indessen ist bei diesen Gebäuden auch für eine gehörige Zangen- und Schwert-Verbindung gesorgt, und ihnen dadurch eine solche Stabilität gegeben worden, daſs sie den heftigsten Windstöſsen von allen Seiten zu widerstehen vermögen. Hierbei ist hauptsächlich noch zu bemerken, daſs selbst bei einem Sperrmaaſse von einigen und 40 Fuſsen (die Länge des Gebäudes ist hierbei ganz gleichgültig) keine längere als höchstens 36füſsige Hölzer zu dem Bau nothwendig waren, nur muſsten sie, was sich von selbst versteht, die erforderliche Stärke haben. Schwache Stellen sind an solchen Gebäuden nicht bemerkt worden, und werden auch nicht bemerkt werden, bis nach vielen Jahren der Holzverband, wie jeder andere, verfault.

Wollte man dagegen einen Dachverband nach (Fig. 18.), ohne durchlaufendes Dachgebälk und ohne alle Zangen und Verschwertung aufstellen, und die Verbindung der Sparren bloſs von der Steifigkeit des Triangels xyz, oder von der Verbindung des Kehlbalkens $a'b'$ mit den Sparren abhängig machen, so würde es dem Dache an schwachen Stellen selbst dann nicht fehlen, wenn das Kehlgebälk noch durch einen stehenden Stuhl f' unterstützt wäre. Den Sparren $c'd'$ stützt im letztern Falle, auſser der geringen und unzureichenden Verbindung, welche der Triangel xyz ge-

währt, nur der Zapfen b' des Kehlbalkens; denn unterhalb in d' steht der Sparren mit seiner schweren Last von Ziegeln über die Mauer hinaus, folglich nicht auf festem Grunde. Übersteigt nun die Last im Laufe der Zeit die Kraft der geringen Zapfenverbindungen, welches bei zunehmender Wandelbarkeit des Holzes unausbleiblich erfolgt, so wird der Punct c' zum Hypomochlium, um welche sich das Strebeband $c'y$ dreht. Dieses beschreibt dann oberhalb den Bogen yy', schiebt die Frontmauer nebst Gesims nach Aufsen, der Sparren $c'd'$ verläfst bei b' und d' seine Zapfen, macht mit dem Fufse die Bewegung von d' nach d'', und kommt in die Lage $c''d''$, oder vielmehr, es stürzt das Dach zusammen.

Es ist einleuchtend, dafs bei dergleichen Constructionen, die alten, viele Jahrhunderte hindurch bewährten Zangenverbindungen, nach den punctirten Linien die zweckmäfsigsten und zuverlässigsten sind. In der Regel werden sie nur bei den Bindern, je um den 3ten oder 4ten Sparren angebracht, so dafs sie an beiden Seiten des Sparrens und des Kehlbalkens kreuzweise übergeblattet und angebolzt werden.

Soll ein solcher Raum von Innen gewölbartig ausgeschalt und als freier Raum ohne alles Pfeilerwerk benutzt werden, so hindern die Zangen keinesweges, wie (Fig. 18.) zu sehen.

Mehrere ältere Militair-Reitbahnen zu Berlin, welche nach Art der Bohlen-Dächer gebaut und deren Schwellen auf solide Fundamente gelegt sind, geben den augenscheinlichsten Beweis, wie stark die darauf gebrachten, weit gespannten Dächer schieben, obgleich die Bohlenbogen sehr dicht an einander stehen, an der Stelle des Kehlbalkens des leichteren Ansehens wegen mit eisernen Stangen zusammengehangen sind, und die Zimmer-Arbeit mit vielem Fleifse, besonders in einer derselben meisterhaft ausgeführt ist.

Wie oft sich, selbst in den solidesten Zimmerbauwerken, gegen den besten Willen des Baumeisters, schwache Stellen einschleichen können, davon ist mir ein Beispiel bekannt, welches beim Bau eines im stumpfen Winkel gebauten Privathauses vorkam. Dasselbe war etwa 50 Fufs tief, hatte auf der Hofseite einen 6 Fufs breiten Corridor und auf der Ecke nach Vorne war ein rundes Zimmer angebracht, nach (Fig. 19.). Die Theilungsmauer $g'h'$ war $1\frac{1}{2}$ Ziegel dick und wie die Umfangs- und Corridormauer massiv. Die Balken des Vorhauses endigten sich in fortlaufender paralleler Richtung auf der Theilungsmauer und waren an dem

ersten Balken des Seitenhauses, welcher der Länge nach zum Theil noch mit auf dieser Mauer ruhte, zusammengestofsen. Das Dach war wie ein gerades deutsches Winkeldach verbunden, hatte einen liegenden Dachstuhl und ein einfaches Hängewerk mit den Hängesäulen in der Mitte, unter welchen längs dem Gebäude der durchlaufende Träger lag, woran die Dachbalken mittelst Schraubenbolzen einzeln angeschraubt waren. Die Stuhlsäulen und das Gespärre standen auf Dachschwellen (Sperrsohlen), und die Zimmer-Arbeit war nicht nur von vorzüglichem Holze, sondern auch sehr fleifsig ausgeführt. Schwache Stellen waren hier nicht leicht zu finden, und dennoch ergab sich eine sehr schwache Stelle gleich im ersten Jahre nach dem Bau. Es wurde nemlich bemerkt, dafs das Hauptgesims, aus Sandstein, nebst dem darüber stehenden Sockel und der dahinter liegenden Rinne von i' bis k' sich auszubiegen anfing, und dafs die zwischen diesen Puncten liegenden Fensterpfeiler der obersten Etage mehr oder weniger nach Aufsen überwichen, wie das Loth und eine vor dem Gesimse hindurch gezogene Schnur deutlich ergaben. Bei der Untersuchung der innern Dachverbindung wurde ferner bemerkt, dafs die Fugen der Jachtbänder, welche in die Spannriegel und die Stuhlsäulen an den Stellen l', m' eingezapft waren, sich von Zeit zu Zeit erweiterten, und die Bänder ihre Zapfenlöcher zu verlassen drohten; auch dafs die Stuhlschwelle sich an dieser Stelle in eben dem Maafse ausbog, wie die Mauer nebst Gesims übergewichen war. Da nun überdies die in der Decke des obern runden Zimmers entstandenen ungewöhnlichen Risse auf das Verschieben des Gebälks deuteten, so wurde die Bedielung des untersten Dachbodens längs der verdächtigen Stelle aufgenommen, wo sich dann deutlich ergab, dafs das Übel in dem Mangel an Verbindung des Gebälks seinen Grund hatte, wie in allen Fällen, wo die Balken sich in anderer Richtung als der Länge nach, quer über das Gebäude erstrecken, oder wo sie wie oben erwähnt, ganz ausgeschnitten werden; wodurch allemal die Triangular-Verbindung zerstört und den Sparren die feste und unverrückbare Basis genommen wird. Es blieb nun nichts Anderes übrig, als jedesmal über 4 Balken Schienen $n'o'$, von Stab-Eisen, platt auf die Balken zu legen, welche am äufsersten Ende die Stuhlschwelle von Unten mit umgriffen. Der Fufsboden wurde wieder darauf gelegt und die entstandenen Risse wurden bestens ausgebessert. Ganz zu verbessern war der Fehler nicht, weil es zu schwierig gewesen sein würde, die übergewichene Mauer nebst Gesims wie-

der in die Linie einzurücken. Das Gebäude an sich möchte nach erfolgter Herstellung an Standfestigkeit nicht sonderlich verloren haben; indeſs dem geübten Auge blieb die schwache Stelle von Auſsen und Innen sichtbar. Daſs der Zweck vollständiger erreicht und dem Übel vom Anfange an vorgebeugt worden wäre, wenn man, nach (Fig. 20.), die Balken auf die Diagonale oder vielmehr auf die Theilungslinie des Winkels überstochen und sie an einen übergelegten Träger angebolzt hätte, wird jeder kunsterfahrene Werkmeister leicht einsehen.

Es giebt, wie Anfangs erwähnt, in der Baukunst unendlich viele Fälle, wo sich schwache Stellen finden; daher nicht nur bei groſsen Bauwerken, wie Brücken, Schleusen u. s w., sondern auch bei ganz gewöhnlichen Bauten und deren einzelnen Theilen, die Aufmerksamkeit des Baumeisters dieselben zu vermeiden nöthig ist. Schwache Stellen ergeben sich bei Mauer- wie bei Zimmerbauten, und nicht selten, wie wir gesehen haben, vereint bei beiden; ihre Zahl vermehrt sich noch bedeutend, wenn man die Schornsteine und Feuerungs-Anlagen hinzurechnet, wo die Feuermauern stellenweise mit den Holzverbänden oft in sehr nahe Berührung kommen.

Dieser Gegenstand ist sehr ausgedehnt und giebt Anlaſs zu vielen lehrreichen Betrachtungen. Es würde dem Verfasser angenehm sein, wenn der gegenwärtige Aufsatz Veranlassung zu mehreren ähnlichen Mittheilungen gäbe. Wer durch Beispiele darauf aufmerksam macht, wie man nicht bauen soll, verdient, nach meiner Ansicht, nicht weniger Dank, als derjenige, welcher sich berufen fühlt, systematisch zu lehren, wie man bauen soll, und wer aus den Erfahrungen Anderer schöpft, bereichert seine eigenen ohne Mühe und Kosten.

Colberg, in den Ostertagen 1830.

12.
Etwas über enge Schornsteinröhren.

(Von dem Herrn Bau-Inspector *Schultz* zu Halle.)

Im dritten Hefte des ersten Bandes dieses Journals befindet sich ein Aufsatz über die engen Schornsteinröhren, in welchem die wesentlichsten Puncte dieses Gegenstandes berührt werden. Ich will noch einige aus meiner Erfahrung entnommene nothwendig scheinende Erinnerungen und Ergänzungen, vorzüglich die Feuergefährlichkeit dieser Röhren und ihre Reinigung betreffend, hinzufügen.

Zur Zeit, als die allerhöchste Königliche Verordnung wegen Zulässigkeit enger Schornsteine erschien, im Winter 1822, bekleidete ich das Amt eines Stadtbaumeisters zu Halle, und bauete grade ein bedeutendes Gebäude, welches eben zur Hälfte fertig war. In dem fertigen Theile hatte man noch weite Röhren gemacht, in der anderen Hälfte aber wurden nun enge Röhren gebauet. Bald hatte ich auch Gelegenheit in anderen Gebäuden und in meinem eigenen Hause enge Schornsteinröhren machen zu lassen. Aus dem bloſsen Wunsche die Wahrheit zu ergründen, bauete ich die 8 verschiedenen Schornsteinröhren meines Hauses, jede auf andere Weise. Hierdurch wurde ich in Stand gesetzt, eine bedeutende Zahl enger Schornsteinröhren zu beobachten, und ich werde nun hier das Ergebniſs dieser Beobachtungen mittheilen.

1. Über die Gestalt und den Querschnitt der engen Schornsteinröhren.

Der geringste Querschnitt der engen Schornsteinröhren ist, nach den gesetzlichen Bestimmungen, 6 Zoll im Durchmesser oder im Gevierte. Runde Röhren würden zwar am vortheilhaftesten für den Zug des Rauches sein, allein die viereckigen sind am leichtesten zu bauen, gewähren den besten Verband der Mauern und verursachen die wenigsten Kosten; auch können ihrer so viel und in welcher Ordnung man will neben einander gelegt werden. Deshalb habe ich mich auf keine andere Form eingelassen.

Nun habe ich bis zu vier Öfen nur Eine 6 Zoll im Quadrat grofse Röhre gegeben, und gefunden, dafs die Röhre, da wo selten alle 4 Öfen zu gleicher Zeit volles Feuer haben, noch hinreichend weit ist. Wo aber alle vier Öfen auf einmal ununterbrochen geheitzt werden, ist eine solche Röhre nicht ganz hinreichend. Drei Öfen dagegen können ohne irgend einen Nachtheil eine gemeinschaftliche, 6 Zoll im Quadrat weite Röhre erhalten. Hieraus habe ich mir nun die Regel abgeleitet, dafs ich, die Stärke eines Feuers zu besonderen Heitzungen, als Braupfannen, Branntweinblasen u. s. w. als Vielfaches eines Ofenfeuers schätzend, für jedes Ofenfeuer, weil zu 3 Öfen 36 Quadrat-Zoll Querschnitt der Rauchröhre hinreichend sind, 12 Quadrat-Zoll rechne. Sollen also 4 Öfen in ein Rohr münden, so sind 4 mal 12 oder 48 Quadrat-Zoll Rauchrohr erforderlich; die Seiten desselben müssen also 7 Zoll sein. Mittlere Braupfannen und grofse Brennblasen kann man für 6 bis 7 Ofenfeuer rechnen. Sie werden daher $7.12 = 84$ Quadrat-Zoll Querschnitt der Rauchröhre erfordern, also eine Röhre von 9 Zoll im Gevierte. Allerdings würde man, wenn man die Stärke des Feuers genau messen könnte, auf jedes Ofenfeuer mehr, eine noch geringere Querschnitts-Zulage zu machen haben, weil der Widerstand an den Wänden bei gröfserer Weite geringer ist; allein da man dies nicht kann, so thut man wohl, eher etwas zu viel als zu wenig zu nehmen.

Hieraus ergiebt sich nun eine Abweichung und Erinnerung gegen den Eingangs erwähnten Aufsatz, in welchem es Seite 276. heifst: zu jedem Ofen mehr als einem, solle einer 6zölligen Röhre 1 Zoll in der Weite zugesetzt werden. Diese Regel würde aber einen unnöthig grofsen Querschnitt geben; denn zu 4 Öfen würde man $9.9 = 81$ Quadrat-Zoll bekommen, während 48 Quadrat-Zoll völlig zureichen, was sich noch insbesondere daran zeigt, dafs das Feuer in allen 3 Öfen zugleich besser brennt, als in einem allein. Diese Erinnerung und Berichtigung schien mir daher nothwendig *).

---

*) Die Meinung des Herrn Verfassers dieses Aufsatzes wegen des Querschnittes der engen Röhren stimmt fast ganz mit der meinigen überein, und durch die obige Bemerkung auf die Stelle S. 276. meines Aufsatzes aufmerksam gemacht, finde ich zu meiner Verwunderung, dafs die Stelle wirklich so verstanden werden kann, als hätte ich für Einen Ofen 36 Quadrat-Zoll Röhren-Querschnitt und für jeden folgenden Ofen eine Zulage von 1 Zoll an der Länge und Breite des quadratischen Querschnitts verlangt. Dieses habe ich aber nie im Sinne gehabt, vielmehr ist meine Meinung immer gewesen und ist es noch, dafs die 36 Quadrat-Zoll für Einen, Zwei bis Drei Öfen, im Falle man von mehreren Öfen den Rauch in eine und dieselbe Röhre lei-

2. Über die Anlage der Öfen zu einer Röhre.

Soll der Rauch von mehreren Öfen in eine Röhre geleitet werden, so rathe ich nicht, es aus mehr als einem Stockwerke zu thun. Zwar kann man durch Schieber und Klappen auf mehrfache Weise diejenigen Öfen von der Gemeinschaft der Röhre abschliefsen, welche nicht geheitzt werden, allein das geringste Versehen macht das Übel ärger. Ist z. B. der untere Ofen geschlossen und der Heitzer achtet beim Anzünden des Feuers nicht darauf, so tritt beim Heitzen Rauch in das Zimmer. Noch ärger ist es, wenn die zwei untern Öfen geschlossen sind und es wird dann im untersten geheitzt; dann kann es geschehen, dafs aller Rauch durch den obern zweiten Ofen in ein vielleicht verschlossenes, aber doch einigen Zug habendes Zimmer tritt, und es kann grofser Schade blofs durch den Rauch entstehen, bevor man ihn gewahr wird. Auch in meinem Hause befindet sich ein Rohr, in welches aus dem ersten und zweiten Stockwerke Öfen ihren Rauch senden. Die Erfahrung lehrt, dafs diese Anordnung nicht gut ist, weil fast jedesmal, wenn das Rohr lange nicht benutzt wurde, der Rauch aus dem einen Ofen in den andern und so in das Zimmer tritt. Sogar schon der Wind verursacht, dafs der Rauch, während die Öfen im vollen Gebrauch sind, aus dem einen Ofen in das Zimmer tritt. Wenn nemlich der eine Ofen stärker geheitzt wird als der andere, und der Wind

---

ten will, zureichen, und immer erst für jeden folgenden Ofen Ein Zoll in der Länge und Breite zugelegt werden müsse, was auch fast ganz mit der Regel des Herrn etc. Schultz übereinstimmt; denn nach dieser Regel sind für 1, 2 bis 3 Öfen 36 Quadrat-Zoll, für 4 Öfen 48, für 5 Öfen 60 Quadrat-Zoll Querschnitt nöthig u. s. w., nach meiner Regel, die übrigens für Werkleute fafslicher sein dürfte, und bei welcher ich also verbleibe, für 1, 2 bis 3 Öfen ebenfalls 36 Quadrat-Zoll, für 4 Öfen 49, für 5 Öfen 64 Quadrat-Zoll u. s. w., was mit dem obigen Maafse fast ganz übereinstimmt. Wie es gekommen, dafs der Ausdruck in der Stelle S. 276. meines Aufsatzes das was ich im Sinne gehabt so sehr verfehlt, wenigstens so völlig zweifelhaft gemacht hat, ob durch Druck- oder Schreibfehler, oder durch offenbares Versehen, welches Letztere leicht möglich ist, da der ziemlich lange Aufsatz in Einem Abende geschrieben ist, und wegen Mangel an Zeit nicht wieder mit Mufse durchgesehen werden konnte, weifs ich nicht zu sagen, da ich das Manuscript nicht mehr besitze. Gewifs aber ist es, dafs meine Meinung so war, wie ich vorhin sagte, was auch daraus erhellt, dafs sie, wenn sie so gewesen wäre wie es nach dem Ausdrucke von S. 276. zu sein scheint, eine Abweichung von den in dem Aufsatze selbst wörtlich mitabgedruckten gesetzlichen Bestimmungen §. 1. enthalten haben würde, was nicht vorauszusetzen ist. Ich habe daher dieses gegen meinen Willen untergelaufenen Versehens wegen um Verzeihung zu bitten und danke Herrn etc. Schultze für die Berichtigung. Hätte ich Veranlassung gehabt, den Aufsatz, seitdem er gedruckt ist, wieder anzusehen, so würde ich ohne Zweifel den Fehler selbst bemerkt und ihn längst berichtigt haben. Anm. d. Herausg.

wehet stark von der einen Seite, so entsteht, im Fall etwa eine Thür oder ein Fenster in entgegengesetzter Richtung des Windes in dem andern Zimmer geöffnet wird, ein Luftstrom rückwärts durch den Ofen, welcher den Rauch in das Zimmer treibt. Letzteres ist sogar möglich, wenn die Öfen in einem und demselben Stockwerke liegen, doch dürfte der Fall selten sein; er ist dagegen, wie Beobachtungen ergeben haben, nicht selten, wenn Öfen verschiedener Stockwerke in ein und dasselbe Rohr münden.

Da die Vereinigung mehrerer engen Schornsteine in Ein weites Rohr ebenfalls den Zurücktritt des Rauches in die Zimmer veranlafst, so darf die Bemerkung nicht unterbleiben, dafs die Vereinigung nicht zu rathen ist. Schon die Sonnenstrahlen vermögen den aus einer der engen Röhren kommenden Rauch in eine ungebrauchte Röhre, von hier in den Ofen und so in das Zimmer zu drängen *).

3. Über die Erzeugung des Glanzrufses und die Gründe dazu.

Enge Schornsteinröhren erzeugen allerdings Glanzrufs, und es ist fast nicht zu vermeiden dafs es geschehe, sobald mehrere Öfen ein gemeinschaftliches Rohr haben und nicht beständig zugleich geheitzt werden. Der Schlufs, welcher in dem Eingangs benannten Aufsatze zuletzt gezogen wird, „dafs enge Schornsteinröhren nie Glanzrufs erzeugen und nie in Brand gerathen können," kann also nicht zugegeben werden. Der Grund der Erzeugung des Glanzrufses ist der Hinzutritt kalter Luft zum heifsen Rauch und die plötzliche Abkühlung desselben. Wird der Zutritt der kalten Luft zum Rauch verhindert, so entstehet kein Glanzrufs; sobald aber, während ein Ofen in einem Zimmer geheitzt wird, der Zutritt der kalten Luft aus einem anderen Zimmer durch den Ofen oder durch irgend eine andere Öffnung nicht abgeschnitten ist, mufs sich immer Glanzrufs bilden, und so ist es bei Schornsteinröhren, die Öfen aus verschiedenen Stockwerken haben, ganz besonders der Fall. Auch durch das Eintreten des Rauches aus einem Rohre in das andere wird durch Abkühlung desselben Glanzrufs erzeugt, welches ein Grund mehr ist, nie mehrere enge Röhren in eine weitere ausmünden zu lassen.

Die Feuerstoffe haben allerdings auch viel Einflufs auf die Erzeugung des Rufses; denn wird z. B. mit sehr trockenem Holze geheitzt, so

---

*) Dieser Abschnitt steht mit dem im Eingange erwähnten Aufsatze über die nemlichen Gegenstände in keinem Widerspruch. Anm. d. Herausg.

entwickeln sich weniger Dämpfe, die mit dem Rauch durch den Schornstein entweichen müssen, und es kann nicht so viel Glanzrufs entstehen, als bei nassem Holze oder anderen viel Nässe enthaltenden Brennstoffen *).

4. Über die Reinigung der engen Schornsteinröhren.

In sofern die engen Schornsteinröhren gegen Glanzrufs gesichert sind, bedürfen sie der Reinigung fast gar nicht; da indessen der in den Schornsteinen sich ansetzende Staubrufs ebenfalls der Entzündung fähig ist, so ist die Reinigung derselben wenigstens nöthig, um die Anwohner nicht in Schrecken zu setzen; denn gefährlich ist die Entzündung des Staubrufses nie, weil er nur glimmt, und so entzündet, in Fünkchen, die aber sofort wieder erlöschen, vom Zuge im Schornstein, aus demselben getrieben wird. Das von mir genau beobachtete Glimmen des Staubrufses ist dem Glimmen des schon ganz verbrannten Papiers ähnlich, und so verlöscht es auch.

Anders ist es mit dem Glanzrufs. Dieser ist aus den engen Schornsteinen nicht anders als durch **Ausbrennen** wegzuschaffen; denn wenn sich derselbe auch beim Reinigen **neuer** Schornsteine durch starke Borsten oder Besenreise ablösen läfst, weil der Überzug der Steine, worauf er sich festsetzt, mit abgeht, so hört dies doch auf, so wie der Kalk fester wird oder die Steine von dem darauf befindlichen Lehm befreit und entblöfst werden. Geräth der Glanzrufs in Brand, so kann solches Unerfahrne in grofsen Schrecken versetzen. Haben jedoch die Schornsteine, wie es sein mufs, 5 bis 6zöllige Wangen, so ist, selbst wenn man das Fortbrennen nicht hindert, keine Gefahr vorhanden, denn der in Brand gerathene Rufs löset sich nicht eher von den Wänden des Schornsteins ab, als bis er durch und durch verbrannt ist, und dann fällt er in ganzen

*) Ich finde in dem mehrerwähnten Aufsatze die Äufserung, dafs enge Schornsteine **nie** Glanzrufs erzeugen, nicht. Es steht S. 287. wörtlich folgende Äufserung, und zwar nicht als Schlufsfolge, sondern als Thatsache: „Zweitens setzt sich in den engen Schornsteinröhren nur wenig Rufs an und zwar nur Staubrufs, niemals Glanzrufs wie in den weiten Röhren, **wenigstens dann nicht, wenn nicht, wie etwa über offenen Feuern, vielleicht Wasserdämpfe mit dem Rauch hinaufgetrieben werden.**" und S. 281.: „(Glanzrufs bildet sich darin (in den engen Röhren) **in der Regel** nicht)." Ich beharre bei dieser Meinung, denn die Erkältung des Rauches erzeugt nur in dem Maafse Glanzrufs, als derselbe Wasserdämpfe enthält. Dieses giebt auch der Schlufs des obigen Abschnittes, wo von dem Einflusse der Brennstoffe gesprochen wird, zu. Daher enthält der Abschnitt eigentlich nichts, was dem Inhalte des oben erwähnten Aufsatzes widerspräche. **Anm. d. Herausg.**

Stücken nieder, und nur geringere Stücke, die schon ausgebrannt und leicht sind, folgen dem Luftzuge zum Schornstein hinaus, wo sie dann niederfallen, bei starken Winden aber allerdings, in der Nähe von Stroh oder anderen leicht brennbaren Sachen, nicht aufser Acht zu lassen sind.

Man hat indessen das Brennen des Rufses ganz in seiner Gewalt, denn das schwächere oder stärkere Brennen hängt blofs von dem Zutritte der Luft ab. Verwehrt man z. B. allen Zutritt der Luft von unten, so wird nur ein schwaches, langsames Glimmen statt finden. Man darf daher beim Ausbrennen der engen Schornsteine nur die Öfen und andere Luftöffnungen von unten verschliefsen, so brennt der Rufs ganz langsam fort und es werden schwerlich einige Funken mit hinaus über die Schornsteinröhre gelangen, sondern sie fallen in derselben zu Boden.

Ich habe versucht, einen sehr stark mit Glanzrufs überzogenen Schornstein mit vollem Luftzutritt auszubrennen, und gefunden, dafs allerdings eine bedeutende Hitze entsteht; jedoch wurden die 6zölligen Wangen des Schornsteins noch nicht einmal lauwarm, die Entzündung selbst und der Brand stieg kaum 2 Fufs hoch, weil selbst bei sehr starkem Luftzuge, der das Feuer füllende Rauch das schnelle Umsichgreifen verhinderte, und so wie der Rufs von unten auf verbrannte, stieg das Feuer natürlich nach *).

Die Meinung, dafs durch Seitenöffnungen Feuersgefahr entstehen, oder das Feuer einer brennenden Röhre nahem Holze durch solche Öffnungen mitgetheilt werden könne, kann ich nicht theilen. Der brennende Rufs giebt erstlich keine lodernde Flamme, sondern gleicht nur einem in der höchsten Gluth befindlichen Steinkohlenhaufen, der wohl Feuer blicken läfst, aber keine Flamme mehr giebt; der starke Zug geht in gerader Richtung in die Höhe und sucht keine Seitenöffnungen; kommt aber das Feuer einer solchen nahe, so sucht es Nahrung durch die frische Luft zu erhalten, und es entstehet jedesmal eine Zuströmung von Luft durch die Seitenöffnungen, so dafs, selbst wenn eine lodernde Flamme statt fände, diese nie aus der Öffnung herausschlagen könnte, eben so wenig wie es

---

*) Am besten und sichersten ist es wohl immer, die engen Schornsteine so zu bauen, dafs kein Glanzrufs entstehen kann, was auch leicht ist. Vielfältige *Erfahrungen*, hier und an andern Orten, haben ergeben, dafs in der Regel in den engen Schornsteinen, mit den in dem oben genannten Aufsatze bezeichneten Ausnahmen, kein Glanzrufs sich ansetzt. Anm. d. Herausg.

möglich ist, dafs die sich ablösenden brennenden Rufstheile aus derselben hinausfliegen können. Man könnte also ohne alle Gefahr nicht nur dergleichen Öffnungen stets offen lassen, sondern sie auch unmittelbar an das Holz legen. Die darüber gegebenen Vorschriften haben aber eine allerdings löbliche Vorsicht zum Grunde *).

5. Vorschläge zu zusätzlichen Bestimmungen wegen des Baues der engen Schornsteinröhren und des Ausbrennens derselben.

Da man meines Wissens die geringen Nachtheile, welche enge Schornsteinröhren haben können, noch nicht durch zweckmäfsigere Einrichtung derselben und Vorkehrungen zu beseitigen gesucht hat, wenigstens nichts darüber bekannt geworden ist, so dürften Vorschläge dazu vielleicht nicht unnütz sein, um so mehr, als Fälle vorgekommen sind, dafs enge Schornsteinröhren wieder weggenommen werden mufsten, wo es nicht nöthig gewesen wäre, und die engen Röhren doch bei jeder verschlossenen Feuerung von so ungemeinem Nutzen sind.

In Städten, wo Jemand damit beauftragt werden kann, die vorhandenen engen Schornsteinröhren einmal des Winters zu untersuchen, bedarf es keiner weitern Einschränkung der Anlage derselben. Anders ist es auf dem Lande. Hier, wo es wohl denkbar ist, dafs durch den Brand eines solchen Schornsteins Schaden geschehen könnte, indem noch nicht ganz verbrannte Rufsstücke in Werg oder andere leicht entzündliche Stoffe geführt werden könnten, müfste es nicht erlaubt sein, mehr als Einen Ofen in Ein Rohr zu leiten, sobald nicht unbezweifelt gewifs ist, dafs die Öfen immer zugleich geheitzt werden **). Ferner müfste vorgeschrieben sein, dafs die untern Reinigungs-Öffnungen, aufser mit einer Blechthür

---

*) Und ihre Befolgung ist eben so heilsam und nothwendig als sie Pflicht ist. Der Herausgeber protestirt seinerseits feierlichst gegen die obige Meinung, dafs Seitenöffnungen in Schornsteinröhren nicht gefährlich wären. Er hält sie, in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorschriften, für durchaus und unbedingt gefährlich.
Anm. d. Herausg.

**) Am besten möchte wohl die allgemeine Regel sein, immer und überall jedem Ofen ein besonderes Rohr von 36 Quadrat-Zoll Querschnitt zu geben. Die Röhren kosten sehr wenig, lassen sich überall leicht anbringen und man kann ihrer in einem Hause nicht leicht zu viel haben. Sie können selbst nützlich sein, wo sich keine Öfen befinden, z. B. um Dünste und verdorbene Luft aus Kellern, Abtritten, Kammern und dergleichen abzuleiten, welchen Dienst sie sehr gut leisten, sobald man die Luft unterhalb etwas erwärmt, also etwa die Röhre nur an eine Feuerung legt
Anm. d. Herausg.

oder Kapsel, noch besonders mit Steinen versetzt und mit Lehm verstrichen werden müssen. Die Zuleitung von Wasserdämpfen, etwa aus Kochöfen, wo, um den Geruch wegzuschaffen, die Kochröhre mit der Rauchröhre in Verbindung gesetzt zu werden pflegt, müfste nicht gestattet sein. Nur dadurch würde der Möglichkeit der Erzeugung des Glanzrufses vorgebeugt *).

Das Fegen oder Reinigen der engen Röhren von dem Staubrufse darf, bei beständigem Gebrauche, ohne Nachtheil erst von Zwei zu Zwei Monaten geschehen und auch länger verschoben werden; doch hängt die mehr oder mindere Erzeugung des Rufses von der Güte des Brennstoffes ab, und es ist, wie schon gedacht, bei einer etwaigen Entzündung des Staubrufses nicht die geringste Gefahr vorhanden, daher das Fegen nur eine lobenswerthe Vorsicht ist; gemeinhin fällt der Rufs von selbst zu Boden oder der Zug wirft ihn zum Schornstein hinaus **).

Die Unterlassung des doppelten Verschlusses solcher Röhren, auf dem Lande, und das Zuleiten der Dünste aus Öfen u. s. w. müfste mit einer namhaften Polizei-Strafe belegt werden.

Das Reinigen der Röhren in den Städten könnte zwar nach den gewöhnlichen Anordnungen geschehen, doch müfsten die Schornsteinfeger noch besonders angewiesen und unterrichtet werden, wie sie den Glanzrufs in den Schornsteinen erkennen und durch Ausbrennen entfernen können. Zu diesem Ende müfsten in den Schornsteinröhren, den Ofenröhren gegenüber, Öffnungen angebracht sein, durch welche man zu untersuchen im Stande wäre, ob Glanzrufs erzeugt worden; denn sonst ist es dem Schornsteinfeger schwer, ja fast unmöglich, ihn zu erkennen. Diese Öffnungen müfsten doppelt, mit einer Thür, und mit Ziegeln in Lehm versetzt und damit verstrichen, verschlossen werden. Die Verdoppelung des Verschlusses ist nöthig, um die kalte Luft abzuhalten, die Glanzrufs-Erzeugung befördert. Die Anordnung der übrigen Reinigungs-Öffnungen und deren Verschlufs bestimmen schon die gesetzlichen Vorschriften.

Das Ausbrennen der von Glanzrufs besetzten engen Schornsteine müfste nicht der Willkühr der Hauseigenthümer oder der Selbstentzündung

*) Dieses Letztere stimmt ganz mit der Meinung meines Aufsatzes überein.
Anm. d. Herausg.

**) Wo er dann aber, wenn er glimmend z. B. auf ein Strohdach fällt, möglicherweise zünden kann.
Anm. d. Herausg.

überlassen bleiben; denn so gefahrlos es bei einer guten Anlage auch ist, so kann es doch unerwartet, nicht nur im Hause, sondern auch den Nachbarn Schrecken verursachen. Es dürfte daher von Polizei wegen zu verfügen sein, dafs es jedesmal im Frühling, wenn nicht mehr geheitzt wird, geschehen müsse, wo dann zur gröfsern Bequemlichkeit und Sicherheit ruhiges und stilles Wetter abzuwarten wäre.

Zu noch gröfserer Sicherheit, und damit keine brennenden Rufsfunken zum Schornsteine mit hinausfliegen können, dürfte vorzuschreiben sein, dafs die Schornsteinfeger beim Ausbrennen ein feines Drahtnetz, etwa so weit geflochten wie die sogenannten Roggensiebe, über die oberste Reinigungs-Öffnung legen müfsten. Wenn ein solches Netz 10 Zoll im Quadrat hält und in der Mitte zum Stellen ein Gelenk hat, so kann es auch für engere Schornsteine gebraucht werden*). In keinem Fall müfste der Brand eines Rohres durch Verstopfen desselben von oberhalb, oder durch Wasser, zu dämpfen oder zu löschen gesucht werden. Dies schadet nicht allein dem Schornsteine, sondern bringt den Hausbewohnern unnützer Weise andere Nachtheile. Das Brennen dürfte allein durch Zulassen und Abschliefsen der Luft von unten zu regeln sein.

Ist das Feuer von selbst erloschen, so ist auch aller Glanzrufs abgelöset und in der Regel abgefallen, die noch hangenden Stücke aber sind mit einer Bürste leicht abzukehren.

Auf keine Weise müfste den Schornsteinfegern gestattet werden mit Besenreisern zu fegen, denn das Reis wird bald abgenutzt und stumpf und reifst dann den Putz aus dem Rohre los, ja es nimmt sogar den Mörtel aus den Fugen weg, wodurch der Schornstein leidet. Da eine Bürste hinreichend und dem Schornsteine unschädlich ist, so ist kein Grund vorhanden, ein schädliches Instrument anzuwenden, wo man ein besseres hat.

Auf eine üble Gewohnheit der Schornsteinfeger dürfte noch aufmerksam zu machen sein, die wenigstens den Hausbewohnern Unannehmlichkeiten verursacht. Die Schornsteinfeger nemlich lassen sehr gern den abgekehrten Staub in den Schornsteinröhren liegen und öffnen die untere Öffnung nicht. Dadurch häuft sich mit der Zeit der Unrath in denselben

---

*) Es scheint, dafs, da nur blofs die Länge und nicht auch die Breite des Netzes verändert werden kann, das Gelenk nicht viel helfen und auch wegbleiben könne, da auch ein grofses Netz über eine enge Röhre gelegt werden kann.

Anm. d. Herausg.

bis zur Rauchröhre des Ofens an, und da sich nun immerfort Niederschlag findet, so verstopfen sich am Ende die Röhren so, dafs die Öfen den Zug verlieren und rauchen. Dies kann unter Umständen selbst kurz nach erfolgter Reinigung eines Ofens so schnell kommen, dafs man die Ursache der Veränderung nicht eher erräth, bis gezwungener Weise der Ofen abermals gereinigt wird, wo sich dann der wahre Grund ergiebt.

Dies ist was ich zu dem Eingangs benannten Aufsatze noch zuzufügen habe, und ich darf hoffen, dafs man die gute Absicht nicht verkennen werde*).

Halle im Januar 1830.

---

*) Gewifs wird man sie nicht verkennen, und am wenigsten thut es der Herausgeber. Er wünscht vielmehr, dafs öfter gemeinnützige Gegenstände ein so lebhaftes Interesse erregen mögen, dafs mehrere Personen sich bewogen finden, ihre individuellen Meinungen darüber, von ihren Erfahrungen unterstützt, bekannt zu machen. Er freut sich, dafs grade der Gegenstand eines seiner eigenen Beiträge einer der ersten gewesen ist, welcher eine etwas nähere Aufmerksamkeit erregt hat, und er wird jederzeit mit Vergnügen ähnliche Erörterungen in das Journal aufnehmen, insofern sie, wie die gegenwärtigen, sichtbar das Beste des Gegenstandes zur Absicht haben. Der obige Aufsatz giebt in der That beispielsweise einen Beweis, dafs solche Erörterungen, in Fällen von Verschiedenheit der Meinungen, sehr wohl möglich sind, ohne gegen die Regel zu verstofsen, welche das Journal sich unverbrüchlich gesetzt hat, dafs nichts darin vorkommen dürfe, was irgend Jemand verletzen könnte, und dafs also auch ihre Aufnahme sehr wohl Statt finden kann. Die allgemeinen Bedingungen der Aufnahme von Aufsätzen in das Journal sind, um es bei dieser Gelegenheit bestimmt und deutlich auszusprechen, dafs die Erörterungen sowohl wie die Beiträge selbst, überhaupt durchaus nur die Sache, nie Personen im Auge haben, weder zu Lob noch Tadel; dafs nirgend scheinbare oder wirkliche Fehler, Versehen und Irrthümer absichtlich hervorgehoben, sondern vielmehr so schonend behandelt werden, als nur möglich, etwa so als hätte der Verfasser der Ausstellungen die Versehen selbst gemacht; dafs nirgend bestimmtes Entscheiden an die Stelle individueller Meinungen und Überzeugungen trete, weil es in der Litteratur keine persönliche Autoritäten und Instanzen giebt, dafs alle Härten vermieden werden, und dafs, mit einem Worte, nirgend etwas Verletzendes vorkommt. Wenn Erörterungen diesen Character haben, so wird sie der Herausgeber, gleich den ursprünglichen Aufsätzen gern aufnehmen, und er wünscht, dafs recht viel freimüthige Meinungen über nützliche Gegenstände auf solche Weise zum Vorschein kommen mögen.

Der Herausgeber.

13.
Über die Entstehung und Bedeutung der architectonischen Formen der Griechen.

(Von dem Herrn Bau-Inspector *Rosenthal* zu Magdeburg.)

Die Frage: „Soll man in der Kunst den Griechen nachahmen oder nicht?" so häufig sie auch in Anregung gebracht sein mag, ist noch immer nicht völlig entschieden. Vielleicht wäre es vortheilhaft gewesen, sie früher, als es geschehen, grade auf die Baukunst anzuwenden, denn keine andere Kunst ist so abhängig von Zeit und Ort, und spricht den Volkscharacter so deutlich aus, als sie; aber dazu haben wir die Ruinen Athens zu spät kennen gelernt. Da die Römische Kunst, seitdem sie sich im sechszehnten Jahrhunderte von Italien aus über Europa verbreitet hatte, so lange Zeit unter dem heiligenden Namen der Antike allein gekannt war und geehrt wurde, und da zugleich der unkünstleriche Geschmack der Römer, aus Gründen, die sich hier nicht weiter erörtern lassen, in keiner andern Kunst einen so tiefen Verfall herbeiführte, als in der Baukunst: so konnte die erste Wirkung der gegen Ende des vorigen Jahrhunderts eröffneten Bekanntschaft mit den reinen Griechischen Mustern keine andere sein, als ein Enthusiasmus für eigentliche Griechische Baukunst, der jeden Zweifel über ihre Anwendbarkeit unter allen Völkern und zu allen Zeiten ausschlofs, ein Zweifel, der um so weniger zu erwarten war, da er sich selbst früher, bei Anwendung des Römischen Baustyls nicht geäufsert hatte. Erst jetzt, nachdem sich die vorurtheilsfreieren Blicke auch der Baukunst des Mittel-Alters mit Wohlgefallen zugewendet haben, und seitdem sogar einzelne Versuche gemacht sind, dieselbe nicht allein wieder anzuwenden, sondern auch dem jetzigen Zeitgeiste anzupassen, scheint es zeitgemäfs, der obigen Frage eine ernstliche Aufmerksamkeit zu widmen, womit untern Andern Hübsch in seiner Abhandlung: „In welchem Style sollen wir bauen?" schon einen lobenswerthen, freilich aber noch nicht genugsam vorbereiteten Anfang gemacht hat.

Im Grunde läfst sich mit Sicherheit erwarten, dafs auch ohne alle Erörterung das Bessere sich auf dem practischen Wege Bahn brechen wird, so wie die Dichter der neuern Zeit die romantische Poesie üben und ausbilden, ohne sich durch die Einwürfe und scheinbaren Siege ihrer theoretischen Gegner stören zu lassen. Dennoch kann es wohl nicht überflüssig genannt werden, durch Berathung die Grundsätze theoretisch festzustellen, welche sich auf dem practischen Wege der künstlerischen Hervorbringung nur sehr langsam entwickeln; es werden dadurch manche verfehlte Versuche vermieden, es wird dem Schwanken vorgebeugt und der rechte Weg früher und sicherer gefunden.

Das Nöthigste für die künftige Beantwortung unserer Frage ist unstreitig eine innig vertraute Bekanntschaft mit dem Geiste der Griechischen Baukunst. Es ist in dieser Hinsicht schon Vieles geschehen: wir haben treue Abbildungen von den noch vorhandenen Überresten, die wenigen Nachrichten der Alten sind gesammelt und commentirt, Vitruv hat sein lange bewahrtes Ansehen grofsentheils verloren, und um Geschichte und Kritik haben sich ausgezeichnete Forscher, wie Winkelmann, Meyer, Hirt, Stieglitz und Andere, die gröfsten Verdienste erworben. Immer aber bleibt noch manches zu thun übrig.

Eine gründliche Untersuchung über die Kunst eines Volkes darf sich nicht blofs mit Benennung der vorzüglichsten Werke, Darstellung ihrer Schönheiten und Eigenthümlichkeiten, nicht blofs mit der historischen Entwicklung der verschiedenartigen Erscheinungen begnügen; sie soll ihren Gegenstand völlig durchdringen, und Volk und Zeit lebendig vor Augen stellen, sie soll aus dem Character der Nation und dem Inbegriffe aller der Ursachen, welche diesen festgehalten haben, die eigentliche Grund-Idee des Kunststyls ableiten, und nachweisen, dafs dieselbe keine andere sein konnte; sie soll ferner von allen Details die Entstehung und die tiefere, jener Grund-Idee entsprechende Bedeutung aufsuchen und erklären. Zu einer solchen Untersuchung soll der nachstehende Versuch einen Beitrag liefern.

Meines Wissens ist Hirt der einzige, der ein förmliches Lehrgebäude über die Entstehung der architectonischen Formen der Griechen („Baukunst nach den Grundsätzen der Alten") aufgestellt hat; der gelehrte Alterthumsforscher hat mit grofsem Scharfsinne seine Ansichten zu einem consequenten Systeme abgerundet, indem er alle Formen aus einem frü-

heren Holzbaue ableitet. Freilich hat ihn Hübsch (über Griechische Architectur) widerlegt; aber schon der Versuch war in einem hohen Grade verdienstlich, und wir dürfen nicht vergessen, daſs diese Ansichten schon vor Jahren entstanden sind, als gegen die Autorität Vitruvs, den Hirt zum Grund gelegt und in vieler Hinsicht übertroffen hat, noch keine wesentliche Zweifel erhoben waren. Selbst eine falsche Hypothese ist da, wo eine Untersuchung nicht auf dem directen Wege geführt werden kann, nicht ganz ohne Nutzen; sie gewährt wenigstens den Vortheil, die Zahl der Irrwege für die Zukunft zu vermindern. Diese Betrachtung hat auch hauptsächlich die Bekanntmachung des gegenwärtigen Versuchs veranlaſst.

Die Vermuthungen über Entstehung, Zweck und Bedeutung der Formen, wie sie hier vorkommen, sind gröſstentheils nach und nach bei mir hervorgetreten, ohne daſs ich sie gesucht hätte, und so blieb am Ende nur wenig übrig, dessen Erforschung ich mir vorsetzen muſste. Dieser Umstand ermuthigte mich, die einzelnen Betrachtungen weiter zu verfolgen, niederzuschreiben und zu einem Ganzen zu ordnen. Ich fand häufig und unerwartet eine gegenseitige Bestätigung dessen, was ich nur einzeln für sich gesucht hatte; eben so zeigte sich eine erfreuliche Übereinstimmung mit den Monumenten, über welche mir die Eberhardsche Ausgabe von Stuart, von den Attischen und Jonischen Alterthümern, zu Gebote stand. Auch der Versuch, das, was gewissermaſsen durch Gesichts-Anschauung entstanden war, durch Reflexion zu rechtfertigen und zu begründen, schien zu gelingen; es lieſs sich am Ende Alles auf den Volkscharacter der Griechen zurückführen, und damit war der Mittelpunct gefunden, der einer systematischen Darstellung zum Grunde gelegt werden konnte. So darf ich denn hoffen, daſs bei allen Irrthümern, die man mir vielleicht zur Last legen wird, doch wenigstens der eingeschlagene, und so viel ich weiſs, noch wenig betretene Weg der richtige ist.

Möge meine Arbeit diejenige Beachtung finden, welche nicht sie selbst, wohl aber der Gegenstand verdient. Es soll mich freuen, wenn sie auch mittelbar, durch Anregung zur richtigen Erkenntniſs der Griechischen Baukunst beiträgt. Vielleicht, daſs in diesem Falle mir die Nachsicht, deren ich in so mancher Hinsicht bedarf, nicht versagt wird.

Einleitung.

Die Baukunst der Griechen, wie ihre Kunst überhaupt, erfreute sich vorzugsweise einer systematischen Vollendung, die keine Lücken in ihrem Entwicklungsgange haben kann, und die ihr auch da eine ausgezeichnete Wichtigkeit für das Studium giebt, wo von ihrer unmittelbaren Anwendung nicht die Rede mehr sein sollte. Es würde einen grofsen Nutzen gewähren, der Geschichte der Griechischen Baukunst bis zur ihrer Entstehung nachspüren, die allmäligen Schritte ihrer Ausbildung verfolgen, und sie an sichern Beispielen nachweisen zu können; aber wir haben nur die Zeugnisse ihrer Blüthe und ihres Verfalls, ihre Keime und Knospen sind spurlos verschwunden *). Alle uns bekannt gewordenen Gebäude Griechenlands, aus der Zeit bis zum beginnenden Verfalle, kurz nach Perikles, zeigen in ihren wesentlichen Bestandtheilen, innerhalb der grofsen Spaltung in den Dorischen und Jonischen Styl, genau dieselbe Gestaltung **). Zwar bemerken wir auch in diesem kleinen, den Gipfel der Vollendung umfassenden Kreise, der uns einzig von dem einst so reich bebauten Griechenlande übrig geblieben ist, bei der Vergleichung des Frühern mit dem Spätern ein gleichmäfsiges Fortschreiten in der feinern Ausbildung der Formen, aber kein Verändern derselben, keine Spuren ihrer allmäligen Entwicklung. Eben so fehlt es uns durchaus an genügenden Nachrichten, aus denen wir den Zustand der Baukunst in den früheren Zeit-Abschnitten mit Sicherheit beurtheilen könnten; denn die wenigen einzelnen Andeutungen, welche wir in den Schriften der Alten finden, sind nicht zureichend, und Vitruvs Fabeln sind zwar vollständig, aber unglaubhaft.

---

*) Der frühere Irrthum, welcher die Römisch-Griechische Kunst mit der reinen Griechischen vermischte, und dadurch eine kritische Würdigung der letztern unmöglich machte, scheint noch nicht überall aufgegeben zu sein. Nach dem Beispiele von Stieglitz und Hirt setze ich den Beginn der Griechischen Kunst in die Zeit des Trojanischen Krieges, ihre Blüthenzeit kurz vor und unter Perikles, den Beginn ihres Verfalls kurz nach Perikles, und ihren Untergang bald nach Alexander. Alles noch Spätere gehört nicht mehr der Griechischen, sondern der Römisch-Griechischen Kunst an. Nach dieser Erklärung sind die Ausdrücke: „frühere und spätere Zeit" in der Folge näher zu bestimmen.

**) Abweichungen an aufserheimathlichen Bauten, wie an den Dorischen Tempeln zu Pästum in Klein-Asien, und an den Jonischen zu Athen, können natürlich nicht in Betracht kommen.

Da uns auf diese Weise bei der Untersuchung über die Griechen der sichere geschichtliche Weg verschlossen ist, so fragt es sich, welcher andere Weg nun am sichersten zum Ziele zu führen verspreche. Es scheint freilich das Natürlichste *), einen Versuch zur Herstellung des uranfänglichen Bedürfnifsbaues zu machen, und daraus die Entstehung und Ausbildung der Kunst Schritt vor Schritt zu verfolgen; aber wie können wir hoffen, bei dem erwähnten Mangel aller Leitpuncte, und bei unserer Unkenntnifs der frühern Bewohner Griechenlands, die älteste Bauweise des Volks oder des Landes auch nur mit Wahrscheinlichkeit zu bestimmen?!

Streng genommen läfst sich, wenn nicht von Autochthonen die Rede ist, die Ableitung der spätern Geistesfrüchte eines Volkes aus den frühern Keimen mit Sicherheit nur bis zu der Zeit zurückführen, seit welcher es seinen Wohnsitz nicht mehr verändert hat; denn mit der Veränderung des Wohnsitzes mufste nothwendig auch eine veränderte Richtung des Culturganges eintreten. Der Beginn der eigentlich Griechischen Kunst ist erst, gleichzeitig mit der Entstehung des Griechischen Staats und Characters, in die Zeiten der Hellenen zu setzen, nachdem der Nationalgeist erwacht war, der die einzelnen Stämme zu gemeinschaftlichen Unternehmungen und zur gemeinschaftlichen Cultur vereinte. Zu dieser Zeit hatten aber diese Stammvölker der Griechen schon sehr bedeutende Fortschritte in der Technik gemacht, und dennoch entstand ein völlig neuer Baustyl. Schon die unstreitig von den Pelasgern herrührenden Kyklopischen Baureste sind einerseits viel zu ausgebildet, um sie als früheste Bauweise annehmen zu können; theils tragen sie einen den spätern Bauwerken der Hellenen ganz fremden Character, so dafs eine Entstehung der Griechischen Baukunst aus der Pelasgischen nimmer angenommen werden kann. Die kolossalen Polygon-Mauern mit den sich verjüngenden Thoren, wie die pyramidalisch geformten Schatzhäuser, verkünden deutlich den Ägyptischen Ursprung, erklären aber auch nicht ein einziges Detail der Griechischen Architectur.

Fragen wir, wie denn die Bauweise der Griechen zur Zeit jener Vereinigung zu Einem Volke, also zur Zeit des Trojanischen Krieges, beschaffen gewesen sei, so kann die Antwort nur diese sein: „Jedenfalls so, dafs die Entwicklung der Constructionen und Formen, wie die Monu-

*) Darum sind auch diejenigen nicht zu tadeln, welche diesen Weg eingeschlagen haben; nur die Erfahrung konnte ihn als einen Abweg kennen lehren.

mente sie uns kennen lehren, ohne Zwang daraus Statt finden konnte." In keinem Fall also dürfen wir die Formen und Zierden aus einer früheren Bauweise, gleichviel ob in Holz oder Stein, ableiten, welche gar keine Ähnlichkeit mit den bei den Monumenten angewendeten Constructionen hat. Wenn die Form aus der Construction entstanden ist, und wenn sie eben darum schön genannt wird, so folgt auch, dafs sie sich zugleich mit ihr ausbilden mufs, und dafs, wenn sich die Construction ändert, auch die Form sich neu gestalten mufs, oder zur bedeutungslosen Nachbildung herabsinkt, und eben darum unschön wird *).

Überhaupt mufs man die Form **) eben so wenig aus der Construction, auch der mit ihr verbundenen, allein herleiten wollen, als eine willkührliche Entstehung derselben ***) zugeben. Beides heifst die Würde der Kunst vernichten, und wir dürfen voraussetzen, dafs ihnen auf der einen Seite jene Nüchternheit, welche bei Kunstschöpfungen alle Willkühr verbannt, und auch dem kleinsten Detail seine Bedeutung giebt, in einem hohen Grade eigen war, dafs sie auf der anderen Seite aber auch innig fühlten, dafs es zu dieser Begründung eine höhere Nothwendigkeit, als die des gemeinen Bedürfnisses giebt.

Die eben erwähnte Bedeutung der architectonischen Formen müssen wir finden können; im Grunde beweisen wir damit nur unser Recht, die Griechische Baukunst schön nennen zu dürfen. Sie ist auch eigentlich das was wir suchen. Denn die Entstehungsweise selbst, die oft zufällig gewesen sein mag, immer aber dem rein sinnlichen Character der antiken Kunst zufolge, ursprünglich aus der Phantasie hervorgetreten sein mufs, kann uns gleichgültig sein, wenn wir nur die Gründe kennen, mit denen der Verstand die rasche Erfindung der Phantasie hinterher rechtfertigte, wenn wir nur wissen, warum diese oder jene Form allgemein als schön anerkannt und angewendet wurde, gleichviel, ob die Griechen diese Prüfung förmlich vorgenommen haben, oder ob der ihnen angeborne Schönheitssinn sie derselben überhob †).

---

*) Siehe auch Hübsch: „über Griechische Architectur S. 17."

**) Unter Form wird hier allemal die schöne Form, als Organ der Kunst verstanden, nicht aber die Form im Gegensatz der Materie.

***) Dazu gehört auch, wenn Hübsch, in dem angeführten Werke, S. 78. zugiebt, dafs die Mutulen eine Erinnerung an den frühern Holzbau sind.

†) Dieser Zusatz ist bei dem Folgenden stets im Auge zu behalten.

Wir haben also lediglich die Bedeutung der Formen zu suchen, und nun fragt es sich zuerst, was diese Bedeutung sei. Allerdings bezieht sich die Form hauptsächlich auf die Construction; aber sie ist nicht diese selbst, und darf nicht mit ihr zufällig entstehen. Die (schöne) Form soll die Bestimmung des Gegenstandes, dem sie angehört, hier also den statischen Zweck und die Art, wie derselbe erreicht ist, ästhetisch darstellen, d. h. zunächst: dem Gefühle anschaulich machen. Die Construction oder die Darstellung des statischen Gesetzes selbst wird nur vom Verstande begriffen, erst die Form wird Sprachorgan für das Gefühl. So z. B. wissen wir, daſs es, wenn keine fremde Kräfte auf einen Körper wirken, für seinen festen Stand gleichviel ist, ob er regelmäſsig oder unregelmäſsig ist, ob er lothrecht oder schief steht, wenn nur der Schwerpunct nicht über die Grundfläche hinaustritt; soll aber sein fester Stand auf den ersten Blick dem Gefühle bemerkbar werden, so muſs der Körper eine regelmäſsige Gestalt haben, die Axe muſs lothrecht stehen und die Grundfläche darf im Verhältniſs der Höhe nicht zu gering sein.

Auſser dem statischen Zwecke haben wir noch das Clima, die Art der vorhandenen Materialien, insbesondere aber den Volks-Character als mitwirkende Ursachen bei Schaffung der architectonischen Formen zu berücksichtigen. Dieser zumal, in welchem Religion, Sitten und Gebräuche zusammenflieſsen, hilft wesentlich die baulichen Bedürfnisse, die Mittel zu deren Erreichung und vorzugsweise den Character des Kunststyls bestimmen.

Über Beides, Leben und Kunst der Griechen im Allgemeinen, ist bereits ein helles, mitunter vielleicht zu blendendes Licht verbreitet; wir haben dasselbe nur auf die Baukunst zu leiten, um auch in ihr, und zwar in einem noch höheren Grade, den plastischen Geist zu finden, der aus den Dichtungen und Bildwerken spricht.

Die rein sinnliche, aber edle Gemüthlichkeit der Griechen, ein Ausfluſs ihres Characters und des Climas, mit der sie, allein von allen alten Völkern, ihre Götter auf der Erde statt unter oder über derselben suchten, d. h. ihnen menschliche Bildung gaben, vereinigte ihre gesammte Geistesthätigkeit im wirksamsten Einklange auf das Gebiet der Kunst, und beschränkte dieses zugleich durch Aufstellung des bloſs Sinnlich-Schönen

als höchstes Ziel. Schon dadurch mufste ihnen ein hoher Grad der Vollendung erreichbar werden *).

Das Geistig-Schöne stellt ein höchstes, nie erreichbares Ideal auf und erweckt ein immerwährendes Streben nach ihm; das Sinnlich-Schöne dagegen ist mehr individuell als ideal, daher eher erreichbar, und gewährt deshalb vollkommene Befriedigung **). Hieraus ergeben sich für die Griechische Kunst folgende characteristische Eigenschaften:

1) heitere Ruhe;
2) grofse Einfachheit;
3) vollkommene Harmonie;
4) feine Grazie.

1. Ohne den Ausdruck der Ruhe oder des (geistigen) Gleichgewichts wäre jene Befriedigung am wenigsten erreichbar; diese Ruhe ist daher das eigentliche Princip der Griechischen Kunst, im Gegensatz zur romantischen, deren Prinzip Streben ist. Je mehr sich der Ausdruck eines Kunstwerkes zur Form verkörpert, desto mehr wird er sinnlich-fafslich; hieraus erklärt es sich, warum der Griechische Geist sich deutlicher in der Poesie, und in dieser mehr in den epischen als lyrischen Dichtungsarten, am deutlichsten aber in der Baukunst offenbart, wo (körperliches) Gleichgewicht schon durch die Gesetze der Statik bedingt wird. Beide, das geistige und das statische Gleichgewicht, sind wohl zu unterscheiden; letzteres, sowohl wirklich als scheinbar ***), ist allgemeines Erfordernifs der Baukunst; es wird erst durch die Construction erreicht und hebt zwar jedes Übergewicht, aber nicht das Streben der einzelnen Kräfte gegeneinander auf; das geistige Gleichgewicht oder die Ruhe dagegen vermeidet auch sorgfältig das Streben nach jenem statischen Gleichgewichte. Deshalb scheinen die Gebäude der Griechen nicht aus einzelnen Steinen mühsam zusammengetragen, sondern aus der Phantasie vollendet hervorgesprungen und verkörpert zu sein.

---

*) Siehe auch „Mengs Gedanken über die Schönheit und den Geschmack in der Malerei, Zürich 1762. S. 34."

**) Hieraus folgt ein bedeutender Vorzug der romantischen Kunst vor der antiken. Das Ziel der letztern ist erreichbar, mithin war der Verfall schon in ihrem Wesen selbst begründet. In der romantischen Kunst dagegen ist ein unendliches Fortschreiten möglich, wenigstens findet es keine innere Hindernisse.

***) In sofern der Schein als Darstellung des Seins zu betrachten ist.

Diese Ruhe in den Griechischen Kunstwerken ist aber nicht die düstere Ruhe des Todes oder die melancholische der Nacht; sie ist die heitere Ruhe eines hellen, freundlichen Tages, welche selbst die lebendigste Regsamkeit zuläfst, so lange nur kein eigentliches Streben danach sichtbar wird.

2. Sollte das Gleichgewicht bemerkbar hervortreten, so durfte es nicht durch Formen-Reichthum verdunkelt werden. Deshalb, und auch weil die Darstellung des Sinnlich-Schönen grofse Deutlichkeit erlaubt und verlangt, mufsten sich die Griechen der gröfsten Nüchternheit und Einfachheit befleifsigen. Es war nicht genug, dafs jedes Detail seinen bestimmten und durch innere Nothwendigkeit begründeten Zweck hatte, der Zweck mufste auch stets auf dem kürzesten Wege erreicht werden. Eine natürliche Folge davon war Gleichförmigkeit der Darstellung für alle ähnlichen Fälle. So wie Homer dieselben Gedanken und Worte bei allen ähnlichen Scenen wiederholt, und so wie der Plastik eine geringe Zahl von Physiognomien genügte, so sind auch die wesentlichen Bestandtheile der Baukunst hauptsächlich Säulen und Gebälke. Indessen hat auch wieder diese Beschränkung der Mittel dadurch, dafs sie den einzig richtigen Weg zum Ziele der Vollendung um so schärfer bezeichnete, wesentlich zur Erreichung des letztern mitgewirkt.

3. Die Harmonie liegt in dem Verhältnisse der Mannigfaltigkeit zur Einheit. Sie kann sich zwischen den äufsersten Grenzen der Einförmigkeit (Einheit ohne Mannigfaltigkeit) und der Disharmonie (Mannigfaltigkeit ohne Einheit) unendlich verschieden gestalten. In der romantischen Kunst strebt die Mannigfaltigkeit zur Einheit hin, die Harmonie ist hier von höherer, mehr geistiger Natur, schwer zu erreichen, und nur da erkennbar, wo sich mit der sinnlichen Anschauung zugleich eine geistige paart. In der antiken Kunst dagegen ist mit jenem Grundprincipe der Ruhe gewifsermafsen auch die Einheit gegeben, und die Mannigfaltigkeit, welche ohnehin bei der so grofsen Einfachheit nicht bedeutend ist, wird nur aus jener entwickelt. Diese Art der Harmonie ist sinnlich-fafslich und leichter erreichbar; sie mufste den Griechischen Kunstwerken in einem um so höheren Grade eigen werden, da sich Jahrhunderte lang, nachdem die Formen bereits fest standen, die Fortschritte der Baukunst mit lobenswerther, aber nicht befremdender Nüchternheit auf die Ausmittlung und Feststellung der Verhältnisse bis zu den kleinsten Theilen hinab beschränkten.

4. Am schwersten zu erklären ist die **Grazie**; sie entsprang aus der Gesammtwirkung aller Eigenthümlichkeiten der Griechen, sie ist der Hauch, mit welchem der Griechische Geist seinen Kunst-Erzeugnissen die letzte Vollendung gab; aber sie ist mehr sinnlich als geistig. Die Grazie ist es eigentlich, welche dem Ausdrucke der Ruhe das Element der Heiterkeit beimischt, und so durch innige Verschmelzung der beiden äufsersten und (in sofern wir die Grazie hauptsächlich im Reize der Bewegung suchen) entgegengesetzten Eigenschaften des Griechischen Geistes, dem Character der Griechischen Kunst eine scharfe Bestimmtheit giebt, ohne welche dieselbe schwerlich eine so systematisch- vollendete Ausbildung hätte gewinnen können. Immer jedoch mufste das Grundprincip, jene Ruhe, vorherrschend bleiben; je mehr dies aber der Fall ist, desto mehr beschränkt sich die Grazie auf blofse Zartheit des Ausdrucks. So zeigt sie sich im Dorischen Style, besonders an den ältern Gebäuden; schon in der **Periklëischen** Zeit wird sie bemerkbarer, und im Jonischen Style hat sie fast volle Entwicklung gefunden, ist beinah bis zum Reiz der Bewegung gesteigert.

Daraus können wir auch beurtheilen, in wie fern die Erhabenheit ein Element der Griechischen Kunstschönheit war. Entgegengesetzt, so dafs die eine von der andern ausgeschlossen würde, ist die Erhabenheit der Grazie nicht; es soll vielmehr jedes Kunstwerk, nur mit unendlichen Modificationen, erhaben und anmuthig zugleich sein; auch ist die höchste Ruhe und Einfachheit ohne einen gewissen Grad von Erhabenheit nicht denkbar. Dagegen aber sind die Griechischen Gebäude gegen die Gebäude anderer Nationen nur mäfsig grofs, und wenn auch das Kolossale für sich noch nicht erhaben ist, so kann doch ein hoher Grad von Erhabenheit nicht wohl ohne physische Gröfse Statt finden. Die eigentliche, auch die ästhetische Erhabenheit mufs schon durch den Gegenstand des Kunstwerks bedingt sein; ist dieser nun, wie bei den Griechen, sinnlicher Art, so kann sich die Erhabenheit auch nicht aus den Grenzen der Sinnlichkeit erheben. Selbst die Götterstatüen des **Phidias** waren in ihrer individuellen Beschränktheit nur sinnlich erhaben. Die eigentliche Erhabenheit gründet sich auf höhere Idealität, und kann einzig der Christlichen (romantischen) Kunst eigenthümlich sein.

Die Berücksichtigung des Climas und Materials, welche wir als mitwirkende Ursachen zur Bestimmung der architectonischen Formen genannt haben, bedarf keiner weitläufigen Erörterung. Beide waren von der Art,

dafs sie der anderseits bedingten eigenthümlichen Gestaltung der Baukunst keine Hindernisse in den Weg stellten. Namentlich mufste das Klima, in so fern es wesentlich auf die Bildung des Griechischen Volks-Geistes einwirkte, auch eine analoge Wirkung auf den Geist der Kunst ausüben. Ohne die flachen Dächer und offenen Säulenhallen wäre freilich die Griechische Architectur eine ganz andere geworden; aber ohne das heitere Clima, welches jene erlaubte und veranlafste, hätte es auch keine Griechen geben können.

(Der Schlufs im nächsten Hefte.)

(Die Fortsetzung der „Grundzüge der Vorlesungen über Strafsen- Brücken- und Wasser-Bau etc.", No. 2. im vorigen Hefte, kann wegen Mangel an Raum erst im nächsten Hefte folgen.)

Druckfehler.

Band 2. Heft 4. Seite 345. Zeile 15. v. o. lese man 60 statt 90, und Seite 348. Zeile 18. v. o. Grundwasser statt Grundmassen.

14.

Anleitung zur Kenntnifs der wichtigsten natürlichen Bausteine und ihrer Anwendung für Architecten, die früher keinen Unterricht in der Mineralogie genossen haben.

(Von Herrn *K. F. Klöden*, Director der Berlinischen Gewerbschule.)

Bekanntlich ist die Zahl der Materialien, welche der Architect in den verschiedenen Gegenden zu den mannigfachen Arten der Bauwerke anwenden mufs, nicht gering, und neben den künstlich fabricirten Steinen giebt es kein Material, dessen Kenntnifs ihm von gröfserer Wichtigkeit sein dürfte, als das der natürlichen Gesteine oder Fels-Arten, auf welche er bei mehreren Arten von Bauwerken sogar ausschliefslich hingewiesen ist, deren geschickte Anwendung aber auch in vielen andern Fällen auf die Solidität der Bauwerke, so wie auf den Kostenpunct, von sehr bedeutendem Einflusse ist. Eine geschickte Anwendung derselben ist jedoch ohne ihre specielle Kenntnifs nicht wohl möglich, weil die verschiedenen Gesteine in Hinsicht auf die Festigkeit, Dauer, Verbindungsfähigkeit, Widerstand, Wärmeleitung und Feuchtigkeitshaltung gar sehr verschieden sind. Wenn auch in den meisten Fällen erst die Erfahrung das bestimmte Verhalten ergeben kann, so lassen sich dennoch im Allgemeinen schon Lehren und Regeln geben, die in vielen Fällen im Voraus eine hinreichend genaue Beurtheilung gestatten, und Schaden und Nachtheil verhüten können.

Um so mehr ist es zu bedauern, dafs es dem Architecten früher fast ganz, und zum Theil auch bis jetzt noch nur schwer möglich war, sich die erforderlichen mineralogischen Kenntnisse zu erwerben. Die Gelegenheiten dazu sind selten, und ohne solche ist das Studium schwierig und kostbar, fordert auch, wenn es in ganzer Ausdehnung betrieben werden soll, weit mehr Zeit, als die Meisten darauf wenden können. Wie wichtig aber dennoch die Sache ist, davon giebt die Erfahrung täglich Beweise. Um in dieser Beziehung nach meinen Kräften nützlich zu werden,

folge ich gern der Aufforderung des Herrn Herausgebers dieses Journals, und wage den Versuch, diejenigen Gesteine, welche sich zu Baumaterialien qualificiren, hier in der Weise zu characterisiren, dafs auch Personen, welche sich bis dahin nicht mit Mineralogie beschäftigten, in den Stand gesetzt werden, die Gesteine mit einiger Sicherheit zu unterscheiden, wenn sie die dafür angegebenen Kennzeichen nur gehörig beachten. Damit werde ich zugleich das Erforderliche über ihre Eigenschaften, und in wiefern sie sich zu Bausteinen eignen, verbinden und gehörigen Ortes beibringen. Es sei mir dabei gestattet, die wissenschaftliche Sprache da aufzugeben, wo eine gröfsere Deutlichkeit auf anderem Wege zu erlangen steht, und erforderlichen Falles selbst zu Vergleichungen meine Zuflucht zu nehmen, die man vielleicht in jedem andern Falle sonderbar finden dürfte, wenn möglichste Deutlichkeit und Faslichkeit nicht mein Ziel wäre. Dies mufs für den in Rede stehenden Zweck höher stehen, als alles Andere, und bedarf weiter keiner Rechtfertigung. Übrigens aber beschränke ich mich hier nur auf Gebirgsgesteine, welche in Deutschland vorkommen. Wer ausführlichere Belehrung wünscht, dem empfehle ich v. Leonhard's „Characteristik der Fels-Arten," welchem Werke ich in der Beschreibung derselben meistens gefolgt bin.

Alle Materialien, welche der Baumeister aus dem Steinreiche nimmt, sind von der Art, dafs sie bald gröfsere, bald kleinere Theile der Erdrinde bilden, und heifsen deshalb Gebirgs-Arten, sie mögen nun ganze Felsen, Berge, oder Thäler und Ebenen bilden. Denn alles, was einen Berg oder ein Gebirge in den verschiedenen Gegenden der Erde bildet, ist eine Gebirgs-Art, wenn es auch in anderen Gegenden nicht in Bergen vorkommt. Sand und Lehm gehört deshalb eben so gut dazu, als Kalkstein und Granit.

Wir werden aber hier zunächst nicht Felsen und Gebirge betrachten, sondern nur einzelne Bruchstücke der Massen, aus welchen sie zusammengesetzt sind. Aus diesen Bruchstücken mufs die Fels-Art erkannt sein; alsdann können wir auch darüber sprechen, wie die Massen im Ganzen sich verhalten, und welch ein Ansehen sie im Felsen haben.

Die Stücke, welche man untersuchen will, müssen nicht zu klein sein, weil sonst das Erkennen schwer ist. Eine Länge von 4 bis 6 Zoll ist jedoch hinlänglich; Breite und Dicke können noch geringer sein. Die

Oberfläche mufs rein und frisch abgeschlagen, nicht gerieben oder gar mit andern Stoffen bedeckt sein. Es mufs, wie man sagt, einen frischen Bruch haben; auch seine Kanten und Ecken mufs man deutlich erkennen können.

Hat man ein solches Stück, und will es bestimmen, so verfahre man folgendermafsen. Man untersuche zuerst, ob die ganze Masse völlig gleichförmig erscheint, so als ob sie entweder aus einem erhärteten Teige bestände, wie dies z. B. bei der Kreide, dem Thone u. s. w. der Fall ist, oder aus feinen eckigen Körnern, wie z. B. der weifse Zucker. Meistens ist dabei die Farbe auch gleichförmig oder gestreift. Man sagt alsdann, der Stein gehöre zu den gleichartigen. Es giebt indessen Gesteine, welche ganz gleichförmig aussehen, und es in der That doch nicht sind. Zuweilen erblickt man die ungleichartigen Theile, wenn man eine Lupe zu Hülfe nimmt; oftmals ist aber auch dies Mittel nicht ausreichend, und dann ist die Sache schwierig. Es bleibt zuweilen nichts übrig, als künstliche Mittel anzuwenden, die für jeden einzelnen Fall verschieden sind. Glücklicherweise sind die meisten derjenigen, welche von dem Architecten benutzt werden können, an anderen Merkmalen zu erkennen, die ihre Bestimmung wesentlich erleichtern. Jedenfalls aber mufs man die scheinbar gleichartigen Gesteine von den wirklich gleichartigen unterscheiden.

Zeigt sich das Gestein nicht gleichartig, so erblickt man entweder:

a) Eine Menge mehr oder weniger rundliche, zusammengekittete Massen, die in vielen Fällen sehr feinkörnig werden, wie z. B. im Sandstein, und zuletzt schwer zu erkennen, meistens aber doch zu erblicken sind, wenn man eine Lupe anwendet. Diese Steine heifsen Trümmergesteine.

b) Oder es ziehen blofs einzelne Adern von anderer Farbe und anderem Ansehen durch eine dichte Steinmasse hindurch. In diesem Falle beachtet man die Adern nicht weiter, und das Gestein bleibt, was es sein würde, wenn auch die Adern fehlten.

c) Oder es liegen in Stein verwandelte Schnecken und Muscheln in einer dichten Masse, die beim Durchschneiden und Poliren wohl ein fremdartiges Ansehen hervorbringen können. Dadurch wird das Gestein aber zu nichts Anderem, als was die dichte Masse ohnehin ist. Dasselbe ist auch der Fall, wenn Blasenräume mit andern Massen ausgefüllt sein sollten.

d) Dagegen erscheinen viele Gesteine wie aus einer Menge eckiger Körner zusammengesetzt, die nach verschiedenen Richtungen hin durcheinander liegen und aus verschiedenen Stoffen bestehen, so daſs das Gestein im Innern aus Theilen von verschiedener Masse zusammengesetzt ist, die bald gröſser bald kleiner sind. Sie liegen auf ähnliche Weise nebeneinander, wie die Theile in der Schlackwurst, werden aber oft sehr klein, und gehen zuletzt, wenn sie nicht mehr durch die Lupe zu erkennen sind, unmittelbar in die scheinbar gleichartigen Gesteine über. Man rechnet sie sämmtlich zu den ungleichartigen Gesteinen. Hiermit muſs man aber nicht diejenigen verwechseln, welche aus eckigen Körnern, die sämmtlich aus derselben Masse bestehen, zusammengesetzt sind. Diese sind meistens auch einfarbig; die ungleichartigen sind gewöhnlich verschieden gefärbt, so daſs die verschiedenen Gemengtheile auch eine verschiedene Farbe haben. Doch finden sich von beiden Regeln Ausnahmen.

Alle diejenigen erdigen Massen, welche nicht fest sind, wie Sand, erdiger Mergel u. s. w., gehören zu den losen Fels-Arten.

Wir hätten demnach mit Rücksicht auf die Zusammensetzung der Fels-Arten folgende Abtheilungen:

I. Feste Gesteine. *A*) Ungleichartige Gesteine.
B) Gleichartige Gesteine.
C) Scheinbar gleichartige Gesteine.
D) Trümmer-Gesteine.

II. Lose Gesteine.

Alle festen Gesteine kann man bei weiterer Untersuchung noch nach ihrem Gefüge oder der Art, wie die Masse mit einander verbunden ist, in Unter-Abtheilungen bringen. Die kurz vorher unter *d*) aufgeführten Gesteine sind nemlich aus Körnern zusammengesetzt, und haben deshalb ein körniges Gefüge. Zwar haben dies die Trümmer-Gesteine zum Theil auch, namentlich die Sandsteine. Allein letztere Körner sind immer rundlich, dagegen erstere stets eckig und genau in einander passend. Mehrere dieser eckigen Körner zeigen ebene Flächen, oder sehen so aus, als ob sie aus lauter übereinander liegenden Blättchen beständen. Dies Ansehen behalten sie auch selbst dann, wenn sie noch weiter zerschlagen werden. Man sagt von diesen Körnern, sie hätten blättrigen Bruch; gewöhnlich glänzen sie auch auf diesen Blättern mehr oder weniger stark. Gesteine, welche blättrigen Bruch haben, und als eckige

Körner verwachsen sind, nennt man crystallinisch, und die ganze Masse, welche aus ihnen zusammengesetzt ist, ist crystallinisch-körnig. Der Granit liefert hiervon ein gutes Beispiel. Alle Gesteine mit rundlichen Körnern gehören nicht hierher. Diese Körner werden immer durch ein Bindemittel zusammengehalten, welches bei den crystallinisch-körnigen aber gänzlich fehlt.

Andere Gesteine bestehen ganz aus dünnen Lagen oder Schichten, wie aus übereinander liegenden Blättern zusammengesetzt. Dies sind die schiefrigen Gesteine. Ein Stück von einer zerschlagenen Schiefertafel zeigt das schiefrige Gefüge sehr deutlich. Zeigt ein Gestein gar keine verschiedenen Theile, sondern erscheint es, als ob dasselbe wie aus einem erhärteten Teige entstanden wäre, so ist es dicht, und wenn es zuletzt so lose wird, dafs es abfärbt und sich leicht zerreiben läfst, so ist es erdig. Der Serpentin, aus welchem die Apotheker-Mörser bestehen, vieler Kalkstein, die Kreide u. s. w. sind dicht und letztere geht schon ins Erdige über.

Davon verschieden sind die porphyrartigen Gesteine. Bei ihnen liegen crystallinische Körner oder Blättchen in einer dichten Masse, welche dieselben umschliefst und sich überall zwischen sie gedrängt hat. Zuweilen sind der Körner nur wenige, so dafs das Ganze fast wie ein dichtes Gestein aussieht; zuweilen aber sind ihrer so viele, dafs man nur mit Mühe die dichte teigartige Masse erkennen kann. Diese Körner sind stets eckig; und viele haben blättrigen Bruch; gewöhnlich haben sie auch eine andere Farbe, als die dichte Masse. Geschliffen zeigen sie am meisten ein Ansehen, welches dem Innern einer Wurst ähnlich ist.

Zuweilen enthält eine dichte Masse mehr oder weniger rundliche oder auch plattgedrückte Höhlungen, die manchmal leer, manchmal auch ganz oder theilweise mit einem andern Gesteine ausgefüllt sind. Wenn diese Blasen sehr häufig sind, so erhält das Gestein im Innern ein Ansehen, wie es das gebackene Brod zeigt. Sind diese Blasen ausgefüllt, so sieht es sehr fleckig aus, aber die Flecke sind stets rund, nie eckig begrenzt. Diese Gesteine heifsen mandelsteinartig. Da diese Bildung aber vielen Fels-Arten zukommt, welche auch ein anderes Gefüge zeigen, so können wir sie nicht füglich zu einer Unter-Abtheilung benutzen. Hat man daher das Gefüge eines Gesteins bestimmt, so untersuche man sodann die **Structur**, oder die Art, wie die **Theile** des Gesteins mit

einander verbunden sind, ob es nemlich crystallinisch-körnig, schiefrig oder porphyrartig ist. Hiernach suche man es unter einer der folgenden Abtheilungen auf, welche nach diesen Gesichtspuncten zusammengestellt sind, und vergleiche die daselbst angegebenen Kennzeichen. Hat man sich erst einige Übung erworben, so wird man dasselbe in den meisten Fällen mit Sicherheit bestimmen können.

I. Feste Gesteine.

A. Ungleichartige.

a. Crystallinisch - körnige.

1. Wenn sich bei genauer Untersuchung in einem nicht zu kleinem Stücke zeigt, dafs graue, oder bräumliche, zuweilen auch ziemlich weifse sehr unregelmäfsig gestaltete etwas durchscheinende, manchmal auch durchsichtige Körner mit unebener Oberfläche, die aber zuweilen glatt und gekrümmt ist, mit anderen eckigen Körnern von gewöhnlich fleischrother Farbe, die aber auch weifs, grau, gelb, roth und braun in allen zwischenliegenden Abstufungen sein können, welche blättrigen Bruch und rechtwinklige Kanten haben und etwas glänzen, innig verwachsen sind, — wenn dazwischen glänzende gekrümmte oder gerade Blättchen von schwacher, oder auch wohl von Silber- oder Goldfarbe mit metallischem Glanze eingewachsen sind, so ist das Gestein Granit. Jene drei verschiedenen Arten von Gesteinen, aus welchen der Granit zusammengesetzt ist, heifsen in der Ordnung, wie sie oben beschrieben wurden, Quarz, Feldspath und Glimmer. In den meisten Fällen ist der Feldspath der häufigste Gemengtheil, oder vorwaltend, der Glimmer aber ist zuweilen nur sehr sparsam zu finden, und kann in kleinen Stücken ganz fehlen.

Die Quarzkörner sind so hart,[1] dafs sie eine Glasscheibe ritzen; eben so ritzen sie auch den Feldspath, obgleich nicht sehr stark, dagegen sehr leicht den Glimmer.

Die einzelnen Körner der Gemengtheile sind in dem deutschen Granit oft mehrere Zolle grofs, gewöhnlich aber kleiner, sehr oft nur von der Gröfse einer Erbse. Zuweilen sind sie aber noch viel kleiner, und manchmal nur durch ein Vergröfserungsglas deutlich zu erkennen. Am gröfsten erscheint fast immer der Feldspath, der zuweilen regelmäfsige Gestalten, nemlich Crystalle zeigt. In der Regel hat aller Feldspath, der in

einem Blocke Granit vorhanden ist, nur eine und dieselbe Farbe; zuweilen aber findet sich Feldspath von zweierlei Farben. Hier und da finden sich gröſsere Nester von Quarz, oder auch von Glimmer.

Es ist nicht selten, daſs der Granit auſser diesen drei wesentlichen Gemengtheilen, noch einen oder mehrere zufällige Gemengtheile aufgenommen hat. Diese erscheinen dann fleckweise in anderen Farben, meistens schwarz, grau, roth oder grün, öfter auch wohl mit Metallfarben und dessen Glanz, fordern aber zu ihrer Unterscheidung mehr mineralogische Kenntnisse, als hier mitgetheilt werden können. Man lasse sich durch diese Beimengungen aber nicht irre machen. Hat man jene wesentlichen Gemengtheile erkannt, und zwar in der bezeichneten Art mit einander verbunden, so ist das Gestein Granit, möge auch auſserdem noch darin befindlich sein, was da wolle.

2. Besteht das Gestein aus Körnern von röthlicher, oder grauer, oder grünlichweiſser Farbe mit deutlich blättrigem Bruche und rechtwinkligen Kanten, welche mit schwarzen oder dunkelgrünen Körnern von blättrigem Bruche und sehr feinstreifiger Oberfläche und stumpfen Kanten verwachsen sind, so heiſst das Gestein Syenit.

Der erste der hier erwähnten Gemengtheile ist abermals Feldspath; der zweite (schwarze) wird Hornblende genannt. Der Feldspath ist gewöhnlich vorwaltend. Meistens sind die Körner nicht sehr groſs; zuweilen zeigt sich der Feldspath in Crystallen, die wohl einige Zoll groſs sind. Aber eben so oft werden die Gemengtheile ganz feinkörnig, und sind dann schwierig zu unterscheiden. Manchmal zeigt sich das Gestein schiefrig, und heiſst dann Syenitschiefer.

Zuweilen findet sich Syenit mit grauen Quarzkörnern und Glimmerblättchen. Dieser steht zwischen Granit und Syenit in der Mitte und wird granitartiger Syenit genannt. Auch andere Mineralien finden sich in ihm, namentlich grüne Adern von Epidot; doch können wir uns auf diese nicht einlassen. Im Ganzen ist der Syenit dem Granite ähnlich, da seine Theile auf dieselbe Weise mit einander verbunden sind, wie in dem letztern. Er ist etwas fester als der Granit.

3. Zeigen sich schwarze oder dunkelgrüne Körner, von blättrigem Bruche, sehr feinstreifigem Ansehen und stumpfen Kanten, verwachsen mit einem grünlich- oder gelblichweiſsen Gestein, das keinen blättrigen Bruch, sondern fast das Ansehen der weiſsen Seife hat, so heiſst die Masse

Diorit und wurde ehemals Grünstein genannt. Jene schwarzen Körner sind Hornblende; jene grauen Feldstein (oder dichter Feldspath). Vom Syenit ist der Diorit dadurch unterschieden, dafs die Hornblende im Diorit vorwaltet, der Feldspath aber dicht, und nur selten blättrig, dabei aber niemals roth ist, wie im Syenit.

Die Körner sind manchmal grob, häufiger aber klein und zuweilen so fein, dafs sie verschwinden und das Gestein gleichartig aussieht. In manchem Diorite liegen deutliche Crystalle von blättrigem Feldspathe, die gewöhnlich gelblich- oder grünlichweifs sind, in der Masse verstreut. Dies ist der porphyrartige Diorit oder Grünstein-Porphyr. Zuweilen finden sich auch kleine Kugeln von Feldstein eingewachsen, so wie sich auch wohl Blasenräume zeigen, die bald leer, bald ausgefüllt sind. Gewöhnlich sind dann die Gemengtheile des Diorits sehr feinkörnig und die Farbe fällt ins Braune.

Quarz und Glimmer finden sich nicht selten im Diorit. Aufserdem sind ihm manchmal auch andere Mineralien, namentlich auch Metalle oder vielmehr deren Erze beigemengt. Das Ansehen des ganzen Gesteins wird dadurch aber nicht wesentlich verändert; es ist stets von dunkler Farbe, die fast immer ein unreines Grün zeigt. Die äufsere, der Witterung blofsgestellte Rinde ist erdig und gelb oder röthlich. Er ist ungemein zähe und aufserordentlich schwer zu zerschlagen, läfst sich aber theilweise mit dem Messer ritzen.

4. Leicht damit zu verwechseln ist ein Gestein, welches aus länglichen weifsgrauen, gelblichen, grünlichen oder röthlichen Körnern ohne blättrigen Bruch besteht, die innig mit schwarzen blättrigen Körnern oder auch wohl Nadeln, so wie mit Körnern von eisenschwarzer Farbe und metallischem' Glanze verwachsen sind. Dieses Gestein heifst Dolerit. Jene erst erwähnten Körner von lichterer Farbe sind Feldstein (dichter Feldspath); die schwarzen, selten dunkelgrünlichgrauen Körner heifsen Augit, und die metallisch glänzenden Körner Magnet-Eisen. Dichter Feldspath ist also ebensowohl im Diorite, wie in Dolerite; aber in jenem ist Hornblende damit verbunden, in diesem Augit und Magnet-Eisen.

Das Gemenge ist meistens klein und feinkörnig, oft in dem Maafse, dafs es nur durch ein gutes Vergröfserungsglas körnig erscheint. Das Gestein erscheint ganz dicht, wird jedoch stets einen schwachen Glanz behalten.

Zuweilen zeigen sich in der Masse gröfsere Feldspath-Crystalle, die stets lang gezogen sind. Eben so finden sich auch wohl Augitcrystalle darin verstreut. Dies giebt den porphyrartigen Dolerit.

Die ganze Masse erscheint je nach der Verschiedenheit der sie zusammensetzenden Gemengtheile sehr verschieden gefärbt, und wenn sie sehr feinkörnig ist, selbst einfarbig, schwarz, grau, röthlichbraun, aber fast immer von dunkeln unreinen Farben.

Nicht selten enthält der Dolerit, besonders der feinkörnige, Blasenräume, und wenn diese häufig werden, wird er mandelsteinartiger Dolerit genannt. Diese Höhlungen sind bald leer, bald sind sie mit einer gelben erdigen oder auch weifsen glänzenden Haut dünn überzogen, bald mit weifsen, grünen oder braunen Steinmassen ausgefüllt. Die aufserdem in dem Dolerit mehr oder minder häufig vorkommenden zufälligen Gemengtheile sind meistens weifs, seltener schwarz oder grau. Noch seltener sind grüne Puncte. Metallisch glänzende Puncte und Blättchen zeigen sich dann und wann.

5. Eine graue dichte sehr splittrige Masse, die zuweilen gelblich oder grünlich wird, und leicht mit Quarz verwechselt werden kann, in welcher oft lange weifse oder grünliche Nadeln mit blättrigem Bruche liegen, und dazwischen graue, braune oder grüne, oft sehr dunkelgefärbte Blätter, welche atlasartig glänzen, heifst Gabbro. Jene ersterwähnte Masse ist Feldstein (dichter Feldspath); die Nadeln sind blättriger Feldspath; jene Blättchen heifsen Smaragdit, und wenn sie metallisch glänzen, Schillerstein. Gewöhnlich waltet der dichte Feldspath vor; die Theile sind, obgleich zuweilen kleinkörnig, doch deutlich erkennbar; der blättrige Feldspath fehlt aber zuweilen.

In Deutschland ist das Gestein nur an wenigen Stellen vorhanden. Die hier in demselben vorkommenden zufälligen Gemengtheile haben eine schwarze Farbe. Es ist ganz ungemein schwer zersprengbar.

6. Ist das Gestein höchst feinkörnig, oder auch wohl dicht, so dafs man nur mit dem Suchglase die Körner unterscheiden kann, zeigt sich das Ganze grau, wie Feuerstein, zuweilen fast schwarz, aber ohne so glatt zu sein wie dieser, schlägt es am Stahle Feuer, so heifst das Gestein Hornfels. Es besteht aus Quarz, dichtem Feldstein und höchst feinen schwarzen Körnern, welche Turmalin genannt werden. Zuweilen

gesellt sich auch Glimmer hinzu. Es ist schwer zu erkennen, und nicht sehr verbreitet.

Dies sind sämmtliche Fels-Arten von crystallinisch-körnigem Gefüge, die in Deutschland gefunden werden. Findet man einzelne Felsblöcke, so bleiben keine andere Kennzeichen übrig, als die hier angegebenen. Findet man sie aber in festen Felsen anstehend im Gebirge, das daraus zusammengesetzt ist, so lassen sich oft schon aus der Art und Weise, wie sie sich dem Auge darstellen, Merkmale für ihre Bestimmung entnehmen. Diese sollen hier nun auch noch kurz aufgeführt werden, und ich werde alsdann jeder einzelnen Gebirgs-Art noch Einiges hinzufügen, was dem Architecten hinsichtlich der Benutzung derselben zu wissen nützlich werden kann.

1. Der Granit setzt hohe Gebirge zusammen, deren Form aufserordentlich mannigfaltig ist. Meistens sind sie schroff, mit spitzigen zackigen kahlen Gipfeln, die oft reihenweise verbunden sind, und zuweilen wie alte Ruinen erscheinen. Der Gebirgskamm ist zähnig, die Wände sind steil abgeschnitten, die Thalgehänge tief gefurcht, mit hervorragenden zerrissenen Klippen besetzt, und mit Felstrümmern bedeckt. Die Felsthäler sind wild, tief und schmal, und krümmen sich mannigfaltig.

Wo der Granit weniger hohe Gebirge bildet, da haben diese sanftere Umrisse; die Bergzüge sind miteinander verbunden, die Hügel haben runde Kuppen, die Rücken sind flach und lang gezogen, die Abhänge bauchig und nur hier und da finden sich Klippen und steile Abstürze. Der Fufs verbreitet sich weit, und steigt sanft an. Auf den Rücken finden sich oft unwirthbare Berg-Ebenen oder Platteformen, die mit einzelnen hervorstehenden Klippen besetzt sind. Fast immer sind diese Ebenen mit einer ungeheuren Zahl loser Granitblöcke bedeckt.

In den Hochgebirgen zeigt sich der Granit oft deutlich geschichtet, so dafs grofse mehr oder weniger dicke Platten schräg übereinander lehnen. Zuweilen stehen sie auch wie ungeheure Mauern senkrecht. Nicht selten ist er auch senkrecht in prismatische Pfeiler zerspalten, oder in gewaltige vieleckige Blöcke, die auch wohl keilförmig und pyramidal werden. Sehr häufig zeigt die ganze Granitmasse aber eine sehr unregelmäfsige Zerklüftung, besonders in den niedrigern Gebirgen. Diese Klüfte sind manchmal mehrere Fufs weit.

In Deutschland findet sich der Granit: an der Bergstraſse und im Odenwalde, aber meist an niedrigen Stellen, wo er sich unter der Sandstein-Bedeckung hervorarbeitet. Im Schwarzwalde macht er die Hauptmasse des Gebirges aus; auf dem Harze bildet er die höchsten Kuppen; auf dem Thüringer Walde erscheint er in den höchsten Rücken, und an wenigen andern Stellen; das Fichtelgebirge besteht häuptsächlich aus Granit, auch das Riesengebirge ist meistens eine Kette von Granitbergen. Im nördlichen Böhmen erscheint er bei Joachimsthal und an einigen andern Stellen. Im südwestlichen Erzgebirge findet er sich an verschiedenen Orten.

Die groſse Norddeutsche Ebene von den Grenzen der vereinigten Niederlande bis nach Preuſsen und Ruſsland hinein ist mit einer groſsen Menge loser Steinblöcke von gröſserer oder geringerer Ausdehnung besäet, welche gröſstentheils aus Granit bestehen.

Da es groſse Landstriche giebt, in welchen sich gar kein Granit findet, so ist er eben deshalb kein allgemeiner Baustein. Wo er aber vorkommt, wird er vielfach benutzt.

Vorzugsweise hat man ihn schon in alten Zeiten gern zu groſsen Kunstwerken verarbeitet, was um so eher möglich wurde, da die groſsen Massen, in welchen er lagert, selten nur durch Schichtung unterbrochen werden, und seine unregelmäſsigen Klüfte die Gewinnung bedeutender Blöcke oft gestatteten. Dazu kommt, daſs er eine schöne Politur annimmt, und der Verwitterung sehr lange widersteht. Ein groſser Theil der Ägyptischen Denkmäler, namentlich mehrere Obelisken, bestehen aus Granit, so wie eine Menge von Säulen und anderen Kunstwerken in Italien. Zu diesem Behufe sind die Blöcke oft weit hergeholt worden. In neueren Zeiten wird er abermals zu Kunstwerken verarbeitet, namentlich in Berlin, wo prächtige Säulen, Vasen, Schalen, Würfel u. s. w. daraus gefertigt werden, worüber in diesem Journal bereits Mehreres mitgetheilt worden ist. Auch in Petersburg hat man vortreffliche Arbeiten daraus verfertigt. In der Kasanschen Muttergottes-Kirche befinden sich 52 Granitsäulen, jede aus einem Steine gehauen, von 29 Fuſs 2 Zoll Länge, und 3½ Fuſs Dicke. Die bedeutende Härte des Gesteins macht diese Arbeiten sehr kostbar.

Als Baustein wendet man den Granit in der Regel nur an, wenn es an andern Steinen fehlt, nicht deshalb, weil er sich dazu nicht beson-

ders eignete, sondern weil er schwer zu bearbeiten ist. Seine Unverwüstlichkeit giebt ihm aber vor vielen andern einen Vorzug, und wo es darauf, und nicht vorzugsweise auf Kosten-Ersparnifs angesehen ist, wird er gern benutzt. Besonders eignet er sich zu den Grundpfeilern bei Brükken (zu denen des Pont neuf in Paris liefs man ihn von Cherbourg kommen), zu Quais (namentlich bestehen daraus die an der Newa und an dem Catharinen-Canal in Petersburg), zu Trottoirs, welche kein anderes Gestein so gut liefert, zu Eingangspfeilern, Barrierieständern, Fufsgestellen, Ecksteinen, Prellpfählen u. s. w. Er wird indefs auch förmlich vermauert, und ganze Städte sind daraus erbaut, wie namentlich das alte Theben, viele Denkmale Ägyptens, Petersburg, Mailand, Pavia, die Städte eines grofsen Theils von Bretagne, der Normandie zwischen Cherbourg und Alençon mit Einschlufs dieser Orte, im Bourbonnais, in Limousin, in einem Theile von Auvergne, von Lyonnais (Montbrisson u. s. w.), von Bourgogne (Autun) u. s. w., Aberdeen in Schottland, die Stadt und die Forts von Rio Janeiro. Die Thürme der grofsen chinesichen Mauer sind daraus erbauet. In London bestehen die Schiffswerfte, die Docken und der Hafen aus Granitblöcken; eben so in Liverpool. Die Waterloobrücke in London besteht ebenfalls aus Granit; in der Mark Brandenburg aber die Mauern vieler Kirchen.

Will man den Granit vermauern, so wähle man wo möglich dazu den kleinkörnigen Granit. Der grofskörnige verwittert und zerspringt leichter als dieser. Eben so verwerfe man denjenigen Granit, in welchem der Glimmer vorwaltet. Steine dieser Art sind wenig fest, und da der Glimmer leicht spaltet, hält er die Feuchtigkeit gern lange, die durch ihr Gefrieren im Winter oft dem ganzen Steine schadet.

Eben so vermeide man Granitstücke, in welchen Eisen-Erze eingesprengt sind. Diese verwittern mit der Zeit und durchlöchern den Stein, wobei seine Festigkeit verloren geht.

Granitstücke, welche der Einwirkung der Witterung blofs gestellt sind, dürfen keine Sprünge haben, weil sie sonst das Wasser festhalten, und im Winter auseinander frieren. Das Auge ist in vielen Fällen nicht im Stande, diese Sprünge aufzufinden. Vermauert man Steine, welche vom Felde aufgelesen sind, ohne sie weiter zu behauen, so hat man nichts zu befürchten, weil diese sich bereits erprobt haben. Behauene Granit-

steine oder solche, welche aus einem Steinbruche gebrochen sind, sollten aber nicht frisch vermauert werden, sondern erst einen Winter der freien Luft ausgesetzt werden, wenn man sicher gehen will.

Zu Mauern wendet man gern solche Bruchsteine an, welche wenigstens e i n e gerade Fläche haben, und kehrt diese nach Aufsen, jedoch so, dafs der Stein dabei auf die möglichst gröfste, und wenn es sein kann, ebenfalls ebene Fläche gelegt wird. Die Lücken werden sowohl nach Innen als nach Aufsen mit kleinen Bruchsteinen ausgefüllt, damit so wenig Mörtel als möglich dazwischen komme, obgleich mit ihm alle Höhlungen ausgefüllt werden müssen. Ein regelmäfsiger Verband der Steine ist nicht möglich; so weit aber, als es geht, mufs man sich ihm wenigstens zu nähern suchen.

Da Mauern von Bruchsteinen in der Regel nicht unter 2 Fufs dick sein dürfen, so wendet man den Granit gern zu Grundmauern und Hauptmauern an, eben so zum Bau der Wehre und Dämme; seiner Anwendung zu Schälungen ist schon oben gedacht; auch werden tiefe Brunnen gern damit ausgesetzt. Zu Umfassungsmauern wird er mit und ohne Mörtel häufig angewendet.

Überall aber ist zu berücksichtigen, dafs der Granit sich mit dem Mörtel nicht so gut verbindet, als Backsteine oder Kalksteine. Erst nach vielen Jahren tritt zwischen dem Kalke und Granit eine innigere Verbindung ein, die sich mit den Jahren immer mehr befestigt, und zwar um so früher, je dünner der Mörtel aufgetragen ist. Mauern aus cubisch gehauenen Granitsteinen, wo Stein an Stein schliefst, sind deshalb den aus unregelmäfsigen Bruchsteinen bestehenden vorzuziehen.

Der Granit ist kälter als Backsteine, und zugleich éin besserer Wärmeleiter. Mauern aus Granit werden deshalb leichter feucht, als die aus gebrannten Steinen, sie trocknen schwerer, und der Mörtel bleibt im Innern lange weich, besonders wenn sie sehr dick sind. Man erhält daher aus Granit Wohnungen, welche mehr für den Sommer als Winter geeignet sind. Doch giebt es Gesteine, denen er in dieser Beziehung vorzuziehen ist.

Ein Cubikfufs Granit wiegt 170 bis 175 Preufsische Pfunde. Sind metallische Massen eingemengt, so wird er auch wohl noch etwas schwerer.

Nach den Versuchen von G a u t h e y und R o n d e l e t wurde ein Granitwürfel von 9 französischen Zollen und 7 Linien für jede Kante

durch eine Kraft von 100042 Pfund zerdrückt. Smirke und Bramah fanden, dafs ein Englischer Cubikzoll feinkörniger Granit aus Cornwallis bei einer Belastung von 2967 Pfund zerbrach. Hiernach würde, wenn man den Französischen Versuch zum Grunde legt, eine Granitmauer 1116,6 Französische Fufs hoch sein können, ehe das eigene Gewicht die Grundsteine zerschmetterte; der Englische Versuch giebt für die Höhe der Mauer 2511 Englische Fufs 9 Zoll. Übrigens wird der kleinkörnige Granit im Durchschnitt immer mehr tragen, als der grofskörnige, weil er fester ist.

Sehr vorzüglich läfst sich der Granit als Pflasterstein benutzen, und in der grofsen Norddeutschen Ebene sind alle Städte grofsentheils mit Granit gepflastert. Seine bedeutende Härte bei mäfsiger Zerbrechlichkeit eignet ihn gar sehr dazu. Sein Staub wird zwar durch den Wind leicht in die Höhe gehoben, äufsert aber weder auf das Auge noch auf die Lunge einen besonders schädlichen Einflufs. Durch den Regen wird dieser Staub leicht verbunden, ohne jedoch zäh und glitschig wie Thon zu werden, lauter Eigenschaften, welche den Granit empfehlen. Ein sehr gutes Pflaster gewährt er, wenn er cubisch zugehauen ist. Er liefert dann das Lütticher Steinpflaster, welches in neueren Zeiten in Berlin häufig angewendet worden ist.

Eben so vorzüglich ist der Granit beim Chausséebau zu benutzen, wozu ihn alle die vorerwähnten Eigenschaften nicht minder empfehlen. In jener südbaltischen Ebene liefert er vorzugsweise das Material zum Strafsenbau, und bewährt sich vortrefflich.

Aufserdem verfertigt man auch Mühlsteine aus Granit, besonders zum Zermahlen der Smalte; in Rufsland aber auch für Mehlmühlen. Er eignet sich dazu nur dann, wenn er glimmerarm, dafür aber sehr quarzreich ist und der Quarz in mäfsigen Körnern gleichförmig durch die ganze Masse vertheilt ist.

2. Die Berge, welche der Syenit bildet, sind in der Regel niedriger als die des Granites; sie erscheinen mehr als flache Hügel, deren Kuppen und Rücken abgerundet sind, und fast gleich hoch, nur hier und da mit einzelnen hervorragenden Klippen besetzt. Dagegen steigt er in andern Gegenden hoch an, seine Berge tragen spitze Gipfel und zerrissene Kämme, die Abhänge sind steil, von wildem Ansehen, zerrissen und gefurcht, die einzelnen Felsen zeigen grofse schroffe Wände und steile Abstürze. Zu-

weilen ist der Abhang mit einer Unzahl von Felsblöcken bedeckt, die oft sehr groſs und mehr oder weniger kugelig sind.

Der Syenit ist lange nicht so häufig als der Granit, und fehlt in manchen Gebirgen und Gegenden ganz. In Deutschland zeigt er sich in dem Gebirge der Bergstraſse um Weinheim, im Odenwalde von Auerbach aus, im Erzgebirge Sachsens, namentlich im Plauenschen Grunde, in Böhmen um Eule und Klattau, in Mähren zwischen Blansko, Brünn und Znaim, und unter den Felsblöcken der norddeutschen Ebene.

Der Syenit zeigt meistens gar keine Schichtung, dagegen ist er in regellose Massen zertheilt, die oft der Säulenform sich nähern, zuweilen auch kugelig werden. Auch jene regellose Massen haben häufig eine convexe Auſsenfläche, und sind oft 50 bis 100 Fuſs groſs.

Diese groſsen ungetheilten Massen, so wie seine bedeutende Festigkeit, eignen den Syenit gar sehr für die Baukunst, und in der That hat man ihn schon seit dem hohen Alterthume in ganz ähnlicher Weise wie den Granit verwendet. Viele der Ägyptischen Denkmäler bestehen aus Syenit, und von der Ägyptischen Stadt Syene führt er selbst den Namen. Auch die Römer haben ihn zu Kunstwerken verarbeitet. An der Bergstraſse in der Nähe von Auerbach liegt eine groſse Säule unter dem Namen der Riesensäule berühmt, welche aus Syenit besteht; eben so sind die groſsen Säulen im Heidelberger Schlosse aus Syenit gehauen.

Alles was vorher vom Granite hinsichtlich seiner Benutzung und Anwendung gesagt ist, findet vollständig und ohne Ausnahme seine Anwendung auf den Syenit, weshalb ich darauf verweise.

3. Der Diorit kommt gar häufig in Begleitung des Granits und Syenits vor, bildet aber auch eigene Berge, die sich durch ihre oft runden Formen auszeichnen. Wo er Gebirgszüge zusammensetzt, sind diese von vielen Seitenthälern durchschnitten, die einzelnen Berge sind kegelförmig und steigen hoch an, die Felsen sind stark zerklüftet und mit vielen Kuppen besetzt, die aus lauter runden Blöcken zu bestehen scheinen. Aber auch Ebenen bestehen aus Diorit, die dann sanft abfallende Thäler und sehr allmälig ansteigende Berge mit einzelnen niedrigen Felsen zeigen. Wo Flüsse ihn durchziehn, sind die Ufer oft sehr steil und klippig; auch haben die Felsen des mandelsteinartigen Diorits meist sehr groteske Formen.

Groſse Strecken bestehen aneinander hängend niemals aus Diorit, so häufig er sich auch findet. Oft ist er nur auf den Raum einiger Qua-

dratmeilen beschränkt. Er findet sich bei Dillenburg, besonders bei Sechshelden und am Schlosse Tringenstein, von hier zieht er als ein ansehnliches Gebirge bis in die Grafschaft Mark; in der Gegend von Weilburg und Holzappel an der Lahn, zu Kürenz bei Trier; auf dem Harze an vielen Orten, namentlich an der Rofstrappe und der Treseburg u. s. w.; am Fichtelgebirge; in Böhmen bei Oberndorf und Komothau; im Erzgebirge an mehreren Orten, wie bei Ehrenfriedersdorf, Lang-Wellmsdorf, Nossen u. s. w., in Schlesien zwischen Kauffung und Schönau, so wie um Glaz u. s. w., aufserdem unter den Steinblöcken der Norddeutschen Ebene, wo der Diorit in manchen Gegenden häufig ist.

Der Diorit ist fast immer stark zerklüftet, und deshalb ist die Schichtung selten deutlich wahrzunehmen. Dagegen sieht man ihn manchmal in Säulen und Kugeln zerspalten. Die Säulen selbst zeigen sich auch wohl wie aus kugeligen Stücken zusammengesetzt. Sie haben meistens nur einen geringen Durchmesser; der der Kugeln beträgt ½ Zoll bis 8 Fufs.

Da der Diorit weit schwerer zersprengbar ist, als der Granit, so eignet er sich seiner Festigkeit nach allerdings zum Baustein. Allein er ist weit weniger leicht regelmäfsig und geradflächig zu behauen, und setzt in dieser Beziehung Schwierigkeiten in den Weg, die seine Anwendung zu geradflächigen Mauern behindern. Auch hält er die Feuchtigkeit länger fest, als Granit, und scheint sich mit dem Mörtel, — vielleicht eben deshalb, — weniger gut zu verbinden. Seine grofse Zähigkeit aber läfst ihn weit mehr tragen als Granit.

Dagegen ist er sehr gut zu Prellpfählen, Ecksteinen und Einfassungsstücken zu gebrauchen, und häufig hat er schon in den Bergen eine dazu passende Form durch sein Zerspalten erhalten, die nur wenig oder gar nicht verändert zu werden braucht.

Als Pflasterstein ist er sehr vorzüglich; er trägt selbst in kleinen Stücken viel mehr als Granit, aber da er leichter zu zerreiben ist, als dieser, so fährt er sich leichter aus, und es bilden sich in ihm Wagengeleise, die ein öfteres Umlegen der Steine nöthig machen. Auch läuft er sich leichter glatt, und hat dann eine dunkel blaugraue Farbe mit kleinen graugrünen helleren Flecken.

Aus demselben Grunde ist er als Chausséestein dem Granite mindestens gleich zu setzen, wenn nicht vorzuziehen. Wenn gleich er schwe-

rer zerspringt als Granit, so ist er doch auch leichter zerrieben, und deshalb wohl nicht dauerhafter als jener; aber sein Staub ist thoniger Natur; er backt deshalb nafs zusammen, und erschwert zwar bei nassem Wetter wegen seiner Klebrigkeit etwas das Fahren auf den Chausséen, backt aber bei trocknem Wetter zu einer festen Decke zusammen, die wenig Staub giebt und zur Schonung der Strafse beiträgt. Dies sind Vortheile, welche wohl Berücksichtigung verdienen, um so mehr, als jene Klebrigkeit bei nassem Wetter nicht so schlimm ist, wie die des reinen Thons.

Zu Kunstwerken ist der Diorit nicht besonders anwendbar, da seine Farben meist schmutzig sind, und er nur eine schlechte, etwas fettig glänzende Politur annimmt. Dennoch ist er verarbeitet worden, und die Italienischen Künstler nennen ihn *Granito nero*, *Granito ner'e bianco* und *Granito verde*. In der Kirche von S. Prassede zu Rom besteht die Säule, an welcher Christus gegeifselt sein soll, so wie eine andere vor der Thür der Capelle, daraus.

4. Der Dolerit setzt gern spitze, kegelartige Gipfel auf hohen Bergen zusammen, die mit grofsen Gesteinblöcken umlagert sind. Er bildet zuweilen senkrechte Felswände von mehreren hundert Fufs Höhe. An seinen Abhängen laufen tiefe sehr steile Schluchten herab.

In Deutschland findet er sich: am Odenwald auf dem Katzenbuckel unfern Eberbach am Neckar, besonders aber am Kaiserstuhl im Breisgau, im Mainthal zwischen Hanau und Frankfurt, besonders bei Steinheim, Wilhelmsbad, Bockenheim u. s. w., am Meisner in Kurhessen, am Dransberg bei Dransfeld u. s. w. Auch unter den losen Felsblöcken der Norddeutschen Ebene finden sich nicht selten Dolerite.

Nicht immer läfst sich eine Schichtung deutlich bemerken, oft ist keine Spur davon zu sehen. Dagegen zeigt er mehr oder weniger regelmäfsige Absonderungen in Säulen, die vier bis fünfseitig, und sehr verschieden dick sind, aber eine Höhe von 9 bis 40 Fufs haben, und senkrecht neben einander gereihet wie Pallisaden stehen. Zuweilen ist er auch kugelig abgesondert. Beim Zerklüften erhalten manche seiner Wände ein treppenartiges Ansehen. Der mandelsteinartige Dolerit ist gewöhnlich am meisten zerklüftet.

Der Dolerit verwittert zum Theil leicht, besonders wenn er blasig ist, oder viel Eisen enthält. Eben deshalb eignet er sich nicht wohl für die Baukunst. Ist man genöthigt, ihn anzuwenden, so wähle man nur

Stücke mit frischer Bruchfläche, aber keine, auf welchen sich eine braune verwitterte Oberfläche gebildet hat. Der Dolerit ist ein kalter Stein, und schlägt deshalb gern die Feuchtigkeit aus der Luft auf sich nieder. Diese zieht vorzugsweise in jene verwitterte thonige Rinde, und hält sich darin sehr lange, und da fortdauernd neuer Niederschlag erfolgt, so wird sie in feuchter Jahreszeit gar nicht trocken.

Übrigens ist der Dolerit fest und zähe, und zerspringt fast eben so schwer, als der Diorit. Der Mörtel dürfte an ihm weniger haften, als am Granit.

Zu Kunstwerken ist der Dolerit nicht besonders geeignet, da seine Politur nicht sehr glänzend wird, auch seine Farben wenig ins Auge fallen.

Dagegen ist er ein guter Pflaster- und Chausséestein, der beim Zerreiben und Verwittern einen eisenhaltigen Thon giebt. Er verwittert übrigens nicht so schnell, daſs seine Anwendung zum Straſsenbau um deswillen Anstand finden sollte, da er in der Regel eher zerfahren, als verwittert sein wird.

5. Der Gabbro bildet steile Berge mit hohen Felsen und stark gefurchten Abhängen. Erscheint er in Ebenen, so bildet er einzelne daraus hervorragende Spitzberge. Seine Gebirge dehnen sich oft meilenweit aus, und erreichen mehrere tausend Fuſs Höhe.

Er findet sich in Deutschland: am Harze, und zwar am Fuſse des Brockens zwischen Neustadt und dem Oderkruge, am Ettersberge nach dem Sellerberge und Radauberge zu; in Schlesien am Zobten, und an vielen Orten der Grafschaft Glatz, am Harthegebirge bei Frankenstein; in Mähren an der Bischofskappe über Johannesthal; in Unterösterreich zu Langenlois bei Krems, aus dessen Brüchen die ganze innere Stadt Wien mit Gabbroquadern gepflastert ist. Unter den Steinblöcken der Norddeutschen Ebenen sind Stücke von Gabbro selten.

Meistentheils ist der Gabbro nicht geschichtet, aber von unzähligen Klüften durchsetzt. Auf der Auſsenfläche sind seine Felsblöcke sehr rauh.

Als Baustein kann der Gabbro in ähnlicher Weise angewendet werden, wie der Diorit, vor welchem er weder Vorzüge hat, noch ihm nachsteht.

Als Pflaster- und Chausséestein kann er sehr gut gebraucht werden, und seiner Benutzung hierzu in Quadern ist bereits vorher gedacht worden.

Seine ungemeine Zähigkeit eignet ihn dazu sehr. Häufig ist er zu Schmucksachen verarbeitet und geschliffen worden, besonders wenn der seidenartig glänzende Smaragdit in breiten Blättern eingemengt ist. Im Vaticanischen Museo bestehen mehrere Vasen aus Gabbro, in Florenz ist die Laurentinische Capelle mit geschliffenen Gabbroplatten bekleidet, und in der Klosterkirche des heiligen Franz de Salles zu Madrid, so wie in dem königlichen Pallast daselbst, sollen Säulen und andere Verzierungen aus Gabbro bestehen. In Deutschland ist er dazu bis jetzt nicht angewendet worden, weil der einheimische Gabbro geschliffen weniger schön aussieht als manche ausländische Arten.

6. Der Hornfels bildet einzelne Gebirgszüge, oder setzt auch wohl die Kämme der Berge zusammen; zuweilen tritt er nur in einzelnen kegelförmigen Bergen mit klippigen Abhängen auf.

Er ist vorzugsweise am Harze zu finden.

Der Hornfels ist stets deutlich geschichtet, seine Schichten stehen fast senkrecht und haben ein Dicke von $\frac{1}{4}$ bis zu mehreren Fufsen.

Als Baustein läfst er sich wie der Granit verwenden, und ist zugleich ein sehr guter Pflaster- und Chaussée-Stein. Zu geschliffenen Arbeiten eignet er sich nicht.

b. Schiefrige Gesteine.

1. Sieht man weifse oder graue länglich gezogene Körner eingefafst und getrennt durch meist nach einer Richtung liegende glänzende schuppige Blätter von grauer oder schwarzer Farbe, die jedoch nicht regelmäfsig zusammenhängen, sondern hier und da sich mehr häufen, aber unten und oben von grauen Körnern bedeckt sind, zeigt sich das Gefüge so, dafs es zwischen Schiefrigem und Streifigem schwankt, ist es bald gerade, bald wellenförmig gebogen, und spalten die abgeschlagenen Stücke nach einer Richtung hin leichter, als nach den übrigen, so dafs sie, ohne gerade zu sein, sich doch der scheibenförmigen Gestalt nähern, so ist das Gestein Gneifs.

Jene weifsgraue, seltener fleischrothe Masse ist Feldspath, der zuweilen sein blättriges Gefüge verliert und dicht wird. Bei genauerer Untersuchung findet man darin glasigglänzende Körner von unebenem Bruche, welche Quarz sind. Jene grauschwarzen Blätter sind Glimmer.

Man sieht, der Gneifs hat dieselben wesentlichen Gemengtheile, wie der Granit, und unterscheidet sich von demselben einzig nur durch

sein eigenthümliches schwer zu beschreibendes Gefüge, welches dem Schriefrigen nahe kommt. In der Regel ist er auch weniger bunt als der Granit. Zuweilen erscheint er alten Holzscheiten ähnlich.

Statt des Glimmers finden sich zuweilen auch andere blättrige Gesteine von grüner oder schwarzer Farbe im Gneiſs.

Selten hält eine Feldspathschicht mit den Quarzkörnern in gerader Linie auf eine längere Strecke an; sie wird stets durch den Glimmer parthienweise unterbrochen. Der Quarz versteckt sich zuweilen ganz. Gewöhnlich waltet der Feldspath vor, und häufig ist er mit dem Quarze zu plattrunden Massen vereinigt, deren Zwischenräume nach unten und oben durch ähnliche Massen gedeckt und durch Glimmerblätter verbunden sind. Zuweilen vermindert sich aber auch der Feldspath, und der Quarz waltet vor. Fast immer hat der Gneiſs mehr Glimmer, als der Granit; je mehr er Glimmer enthält, um so dünnschiefriger ist er.

Wenn man Gneiſs zerspaltet, so springt er nach der Lage der Glimmertafeln, indem der Glimmer sich trennt. Die hierdurch entstandene Bruchfläche heiſst der Längenbruch, und zeigt sich stets glimmerreich, oft so sehr, daſs man die übrigen Gemengtheile gar nicht wahrnimmt. Ein Bruch, welcher den vorigen rechtwinklig durchschneidet, heiſst ein Querbruch. Erst auf ihm kann man das schiefrige Gefüge erkennen. In der ersten Richtung springt er leichter, als in der zweiten. Sehr oft enthält der Gneiſs noch fremdartige Mineralien eingemengt, besonders rothe Granaten, die sich als dunkelrothe Flecke von groſser Härte darstellen, nächstdem besonders schwarze und grüne, so wie metallisch glänzende Mineralien, welche letzteren Erze sind. Ihre nähere Bezeichnung kann hier jedoch nicht Statt finden.

Der Gneiſs wird oft dem Granite sehr ähnlich und geht zuletzt in ihn über.

2. Wenn dünne weiſsgraue gerade oder gebogene Platten von körnigem Quarz sich mit eben solchen Platten von grauem, gelbem, rothem, braunem, grünem, silberweiſsem oder schwarzem Glimmer schiefrig verbinden, so heiſst das Gestein Glimmerschiefer. Zuweilen hat der Glimmer auf gröſseren Flächen mehr als eine Farbe. Der Glimmer liegt nicht in bloſsen Schuppen, sondern in ungetrennten Blättern, die gröſser sind, als im Gneiſse, und selbst auf dem Querbruche sieht man oft nichts als Glimmer-Blättchen. Über diesen zusammenhängenden Blättchen sind

aber oft kleine Glimmerschuppen verstreut. Oft ist der Glimmer so dünn, dafs er den Quarz nur wie ein glänzender Hauch überzieht. Meist aber ist der Glimmerschiefer aus eben so viel Quarz als Glimmer zusammengesetzt; sind beide ungleich vertheilt, so waltet gewöhnlich der Glimmer vor, der auch wohl blofse Körner von Quarz eingemengt enthält.

Auch der Glimmerschiefer nimmt eine Menge ihm nicht wesentlicher Mineralien und Erze auf, von sehr verschiedenen Farben.

Der leuchtende Glanz des Glimmers, aus dem er fast ganz zu bestehen scheint, läfst das Gestein leicht erkennen und von andern unterscheiden. Er spaltet sehr leicht.

3. Erscheint das ganze Gestein schwarz ins Grüne ziehend, fast seidenartig glänzend mit mehr oder weniger weifsgrünlichen oder grauen Flecken und schiefrigem Bruche, und ist es dabei schwerer zersprengbar als eines der vorhergenannten schiefrigen Gesteine, so ist es Dioritschiefer. Jenes schwarzgrüne, glänzende Gestein ist Hornblende; das lichtere Feldstein (dichter Feldspath). Zuweilen bildet letzterer für sich einzelne Lagen in dem Gesteine, oder er tritt auch wohl fleckweise auf.

Der schiefrige Bruch ist nie so ausgezeichnet, wie bei dem vorigen Gesteine, weil das Gefüge immer eine Neigung zeigt, körnig zu werden.

Der Dioritschiefer enthält zuweilen Quarzkörner, Glimmerblättchen, Granaten und gelbe oder graue metallische Körner.

Für die in Deutschland verbreiteten körnigschiefrigen Gesteine wird man vorkommenden Falles nur zwischen den beschriebenen drei Arten zu wählen haben, und diese geringe Zahl wird eben deshalb ein solches Gestein mit ziemlicher Sicherheit bestimmen lassen. Wenden wir uns nun zu den übrigen Merkwürdigkeiten dieser Gesteine.

1. Der Gneifs bildet meist sanft ansteigende, treppenförmig oder terrassenartig sich erhebende Berge, deren Gipfel nicht gezackt oder zugespitzt sind, sondern einförmig fortstreichen. Nur hier und da ragen kahle klippige Felsen hervor, wie Ruinen; die Abhänge sind selten schroff, und zeigen sanfte Schluchten und breite Thäler, die stellenweise jäh sind, aber keine grofse Tiefe erreichen. Das Ganze erscheint als grofsmassige rundliche Hügelzüge, deren flache Kuppen durch wannenähnliche Vertiefungen geschieden sind. Die Rücken des Gneifs-Gebirges sind jedoch

meist ziemlich scharf. Übrigens treten Gneifs und Granit sehr häufig zusammen auf. In Hochgebirgen bildet er meist die Berge von mittlerer Höhe.

In Deutschland findet sich der Gneifs: an der Bergstrafse und am Odenwalde, besonders um Ursebach, am Fufse des Melibokus unfern Auerbach u. s. w.; auf dem Schwarzwald, besonders am westlichen Abhange, und am Eingange des Kinzigthales; auf dem Spessart bei Aschaffenburg; auf dem Harze findet sich Gneifs nur im Eckerthale; in der Oberpfalz, besonders um Herzogau, ist er häufig; im Erzgebirge Sachsens ist er sehr allgemein verbreitet, besonders besteht das ganze östliche Gebirge an der Oberfläche daraus, so wie der südliche, Böhmen zugekehrte steilere Abfall. Am Riesengebirge erscheint er besonders auf der Südseite in mehreren Thälern des Böhmischen Abhanges, aufserdem öfter in Böhmen, im Böhmer Waldgebirge bis zur Donau, und im Schlesisch-Mährischen Gebirge. In Salzburg bildet er das herrschende Gestein der Tauern im Anlaufthale, in Tyrol besteht der Brenner, Hoch-Grindl und Janithaler Ferner mit ihren Umgebungen daraus, auch in Steyermark ist er sehr verbreitet. In der Norddeutschen Ebene ist der Gneifs unter den Steinblöcken häufig.

Der Gneifs ist überall sehr deutlich geschichtet und zwar nach der Richtung seines schiefrigen Gefüges; die Schichten haben eine Dicke von 4 Zoll bis zu vielen Fufsen. Häufig zeigt er wellenartige Krümmungen, und gewöhnlich stehen seine Schichten sehr steil, auch wohl senkrecht. Fast immer sind sie durch zahllose Klüfte nach allen Richtungen zerrissen, welche mit andern Mineral-Substanzen, namentlich mit Quarz, wieder ausgefüllt sind.

Als Baustein zeigt der Gneifs ein von dem Granite verschiedenes Verhalten. Da er nach der Richtung seines schiefrigen Gefüges weit leichter in Platten springt, als der Granit, so läfst er sich auch in dieser Form überall mit Nutzen anwenden, wo er nicht fortdauernd mit Wasser in Berührung kommt. Letzteres aber mufs man vermeiden, weil er im Wasser und selbst in feuchter Erde weit leichter verwittert und zerfällt, als der Granit. Zum Wasser- und Grundbau ist er deshalb nicht zu empfehlen.

Dagegen kann er unbedenklich sowohl zur Construction als zum Verkleiden der Mauern über der Erde benutzt werden, nicht minder zu Treppenstufen, Sitzbänken, Altanen, zum Belegen der Hausflure und Trot-

toirquadern, welche letztere so vorzüglich wie Granitquadern, aber leichter zu brechen und zu gewinnen sind. Stücke, in welchen der Glimmer vorwaltet, muſs man jedoch wegen ihrer geringen Haltbarkeit verwerfen.

Übrigens vergesse man bei der Anwendung des Gneiſses nicht, daſs er zum Theil bei weitem geneigter ist die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufzunehmen und festzuhalten, als irgend einer der vorgenannten Steine. Stücke, welche naſs und dann gewöhnlich auch leichtbrüchig sind, verwerfe man ohne Weiteres. Aber nicht immer lassen sich auf diese Weise die hygroskopischen oder feuchtigkeitziehenden Steine herausfinden. Zu Freiberg im Erzgebirge wird der Gneiſs häufig zum Häuserbau angewendet. Hier finden sich in den daraus erbauten Häusern einzelne Stellen, welche sehr leicht feucht werden. Es schützt dagegen kein Mörtel-Überzug, wie er auch beschaffen sei; der Stein zieht so viel Wasser an, daſs es an den Wänden hinunter läuft.

Mit dem Mörtel verbindet sich der Gneiſs wie der Granit ziemlich fest; nur die innerlich nassen Stücke gehen keine rechte Verbindung ein.

Zum Straſsenpflaster ist besonders der feinkörnige Gneiſs wohl geeignet, und eben so zum Chausséebau, obgleich er nicht ganz so fest ist als Granit. Er verhält sich übrigens diesem ähnlich. Zu Kunstwerken eignet sich der Gneiſs nicht besonders, es sei denn zu geschliffenen Platten.

Ein Cubikfuſs Gneiſs wiegt 158 bis 165 Pfund.

2. Der Glimmerschiefer bildet gewöhnlich groſse Berg-Ebenen mit sanften wellenförmigen Erhöhungen, deren gerundete Berggipfel zusammenhängen und nur durch niedrige Pässe in Gruppen geschieden werden. Diese Gipfel gruppiren sich gewöhnlich um einen in der Mitte stehenden etwas höheren. Sie senken sich sehr sanft in flache Thäler. Die terrassenartigen Abhänge sind von vielen Schluchten durchschnitten, haben aber nur wenige Klippen, wie denn überhaupt steile Felsen und senkrechte Wände zu den Seltenheiten gehören. Die Thäler und Schluchten erscheinen canalartig. Auf den Abhängen der Berge fehlen die Haufwerke losgerissener Blöcke, wenn der Glimmerschiefer nicht sehr quarzreich ist. Wo das Gestein vom Erdreich entblöſst ist, glänzt es im Sonnenschein ungemein stark, und oft glaubt man den Widerschein der Sonne auf herabrinnendem Wasser zu sehen. Der Glimmerschiefer ist in den Hauptgebirgsketten sehr verbreitet und oft ungemein ausgedehnt. Er findet sich in Deutschland: im Biebergrund und den Freigerichter Bergen im Hanaui-

schen; im Thüringerwald-Gebirge, wo er besonders die Wände mancher Thäler zusammensetzt, besonders bei Ruhla, Brotterode und zwischen Klein-Schmalkalden und Seligenthal in unendlichen Verschiedenheiten; im Sächsischen Erzgebirge, besonders auf den höheren Gebirgsstellen in ansehnlicher Verbreitung; im Riesengebirge überdeckt er den ganzen südlichen Abhang; im Lausitzer Gebirge nach der Böhmischen Seite bis Joachimsthal; das Mährisch-Schlesische Gebirge besteht fast ganz aus Glimmerschiefer; in den Salzburger Alpen macht er die Hauptgebirgsart des Anlaufthales aus, setzt die Tauern zusammen, und erscheint besonders ausgezeichnet am Ankogel; in den Alpen Tyrols herrscht das Gestein vorzüglich auf der nördlichen und südlichen Seite der Centralkette in mächtiger Verbreitung, wie er denn überhaupt in den Alpen ungemein ausgedehnt erscheint. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene ist er selten und nur in kleinen Stücken vorhanden.

Er ist stets sehr ausgezeichnet und deutlich geschichtet; die Schichten nicht sehr dick, oft gekrümmt und nicht selten stark zerklüftet; die Klüfte mit gelbem Eisenocker gefüllt. Meistens sind seine Berge mit einer schönen und üppigen Vegetation bekleidet. Nadelholz herrscht vor neben häufigen Laubwäldern, und Heidekraut zieht sich bis zu bedeutenden Höhen.

So prächtige hohe Berge auch die Natur aus Glimmmerschiefer aufgebaut hat, so wenig vermag der Mensch daraus zu bauen. Zwar spaltet das Gestein sehr leicht, aber es ist zu weich, um dauerhafte Werke daraus zu schaffen. Nur wenn der Glimmerschiefer viel Quarz enthält, kann er mit Nutzen angewendet werden, doch nie zum Grund- und Wasserbau, weit mehr aber als Plattenstein zum Belegen der Fufsböden und der Plinte der Mauern, so wie zu Gedächtnifs-Tafeln, wie in dem Altare der unterirdischen Capelle des Naumburger Domes, in der Capelle zu Glaucha bei Halle, und in der alten Kirche des Petersberges, obgleich er zu letzterem Gebrauche nicht sehr zu empfehlen ist. Weit mehr eignet er sich, wenn er feinschiefrig ist und sich in gerade Tafeln spaltet, zum Dachdecken; seine Tafeln springen, wegen ihrer Biegsamkeit, nicht so leicht wie die des Thonschiefers, auch halten sie in der Witterung weit besser aus. Solche Dächer leuchten im Sonnenschein aus der Ferne wie Silber. Im Thüringerwalde, in der Gegend von Ruhla, sind viele Gebäude damit gedeckt.

Zu Kunstwerken läfst er sich nicht verarbeiten. Dem ist seine schiefrige Textur und leichte Zersprengbarkeit entgegen, auch nimmt er keine Politur an. Als Pflaster- und Chaussée-Stein ist er zu weich, wird von jedem Wagen zerfahren, und liefert dann nafs einen sehr zähen Thon. Nur wenn er sehr quarzreich ist, hält er sich besser. In Schweden benutzt man sogar häufig einen Glimmerschiefer mit vielen eingesprengten kleinen Granaten als Mühlstein. Die Granaten geben ihm das dazu erforderliche körnige Gefüge, welches dem reinen Glimmerschiefer fehlt. Ist er sehr grobschiefrig, so kann er zu Wassertrögen und Gossensteinen zugehauen werden.

Der sehr quarzreiche Glimmerschiefer ist ungemein feuerbeständig, und diese Eigenschaft macht ihn für Öfen, Heerde und überhaupt zu feuerfesten Bauwerken und Schmelz-Öfen sehr tauglich, weshalb er auch oft Gestellstein genannt wird. Man benutzt ihn deshalb als Gestellstein in Hoh-Öfen, zu Giefssteinen in den Messingwerken und den Zinnschmelz-Öfen zu Cornwallis.

Der Landmann benutzt den quarzreichen Glimmerschiefer als Wetzstein für seine Sensen.

3. Der Dioritschiefer bildet häufig die höchsten Bergkuppen; seine Gebirge aber zeichnen sich durch sanfte Gehänge aus, die oft mit sehr fruchtbarer Erde bedeckt, zuweilen aber auch sehr unfruchtbar sind.

Er findet sich im Harze am Radauberg, Radauthal und Kaltethal; im Fichtelgebirge bei Berneck und andern Orten; in Böhmen zwischen Oberhals bei Kupferberg und dem Kupferhügel; im Sächsischen Erzgebirge bei Gersdorf, Rofswein, Mahlitsch, Siebenlehn u. s. w.; auch ist er unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene nicht ganz selten.

Nicht immer ist seine Schichtung deutlich zu bemerken; oft sind die Schichten sehr dick, zuweilen auch nur 4 Zoll bis 1 Fufs. Sie stehen manchmal ganz senkrecht, sind auch wohl hier und da gekrümmt. Zerklüftungen zeigen sich oft, und die Kluftflächen sind in der Regel schwarzbraun gefärbt.

Er läfst sich vollkommen eben so wie der Diorit anwenden, und da er leichter in Blöcke und Tafeln spaltet, als dieser, so ist er noch leichter zu gewinnen. In Schweden wendet man aufserdem den dünnschiefrigen Diorit zum Dachdecken an. Übrigens verwittert er ziemlich leicht.

c. Porphyrartige Gesteine.

Ein Gestein, in welchem man in einer dichten teigartigen Grundmasse von dunkler Farbe hellere eckige etwas blättrige manchmal auch staubartige Körner, und aufserdem durchsichtige wie Glas glänzende Körner erblickt, die wie das körnige Gemenge in der Blutwurst durcheinander liegen, und welches mit seinen scharfen Kanten am Stahle in der Regel Feuer schlägt, heifst Feldstein-Porphyr. Jene dichte, nur im Sommerlichte etwas schimmernde Masse ist Feldstein (dichter Feldspath); die blättrigen, gewöhnlich stärker glänzenden Körner sind (blättriger) Feldspath; die glasartigen Körner Quarz.

Besteht die Grundmasse nicht aus dichtem Feldspath, sondern aus Granit, Syenit, Diorit u. s. w., so heifst das Gestein porphyrartiger Granit, Syenit, Diorit u. s. w., und ist mit dem Feldstein-Porphyr nicht zu verwechseln.

Die Feldstein-Hauptmasse kann sehr verschiedene Farben haben: Roth, ins Gelbe, Braune, Graue, Graulichschwarze, Graulichblaue, Grüne und Weifse sich verlaufend. Fast immer sind diese Farben nicht sehr lebhaft, und meistens blafs. Oft hat aller Feldstein eines Blocks durch und durch die gleiche Farbe; zuweilen aber finden sich auch mehrere Farben streifen- und fleckweise in derselben Masse. Die rothe Farbe aber ist die häufigste und eigenthümlichste; schwarz ist er nur selten.

Der Quarz zeigt sich grau, gelblich oder bräunlich, er ist durchsichtig und besteht aus stumpfeckigen Körnern; gewöhnlich ist nicht viel Quarz vorhanden, und zuweilen ist er kaum zu bemerken.

Der Feldspath ist gelblich oder graulichweifs, grünlich, dunkelfleischroth und bräunlichroth. Zuweilen sind die Massen über einen Zoll grofs, oft aber auch nur erbsengrofs und noch kleiner. Fast immer sind diese Körner, welche stets eckig sind, heller gefärbt, als die Grundmasse, und nur selten haben sie mit ihr gleiche Farbe, oder sind gar dunkler. Zuweilen finden sich in derselben Masse verschieden gefärbte Feldspath-Crystalle. In manchen Porphyren ist der Feldspath erdig, und wenn sie gänzlich zerstört sind, so hinterlassen sie leere Räume, welche das Gestein porös machen.

Oft finden sich in dem Porphyre kleine schwarze Nadeln von Hornblende, oder schwarze und braunrothe Blättchen von Glimmer.

Nicht immer ist die Feldsteinmasse an Menge die überwiegende, obgleich sie es oft ist, ja manchmal stellenweise ohne alle Einmengung erscheint. Nicht selten kommen aber auch Quarz und Glimmer, noch

öfter der Feldspath in solcher Menge vor, dafs die Grundmasse nur hier und da erscheint, und das Gestein völlig körnig aussieht.

Zuweilen hat der Porphyr ein etwas schiefriges Gefüge, und die Schieferblätter sind 1 Linie bis 1 Zoll und darüber dick, auch oft wellenförmig gebogen. Auch zeigen sich in andern blasenförmige Räume, und die Hauptmasse wird mandelsteinartig. Die Höhlungen sind manchmal ausgefüllt. In manchen Gegenden enthält er Kugeln, ganz kleine bis zur Gröfse von 6 Zollen, die aus einem härteren Gestein bestehen und oft inwendig hohl sind. Ihre Wände sind dann gewöhnlich dicht mit Crystallen bekleidet. Manche Kugeln sind auch durch erdige Substanzen ausgefüllt.

Aufserdem enthält der Porphyr mitunter auch metallische Theile von gelber Farbe eingesprengt, seltener rothe Granaten.

Wenn der Porphyr sich auflöset, so verliert er seine Härte und seinen Schimmer, und gleicht im Ansehen mehr einem erhärteten fleckigen Thone. Man hat ihm dann den nicht recht passenden Namen Thon-Porphyr gegeben.

Andere Porphyre finden sich in Deutschland selten oder gar nicht.

Der Porpyr bildet selten zusammenhängende Gebirgsreihen, sondern meist zerstückelte und zerissene Gebirge, von malerischen und höchst kühnen Formen. Aus den flachen weiten Thälern oder den jüngeren Gebirgen heben sich die Porphyrberge steil, fast unersteiglich empor, ohne untereinander sichtbar verbunden zu sein, und scheinen in dieser Vereinzelung höher, als sie wirklich sind. Gewöhnlich haben sie die Form hoher Kegel, die in scharfen oft sehr schmalen Rücken, auch in wahren zackigen Kämmen, und nur selten in Platteformen endigen. Die Abhänge steigen nach allen Seiten in schiefen Flächen prallig auf, sind meist sehr felsig und mit zahllosen Rollstücken überdeckt. Die mächtigen hohen Felswände sind schroff, fast senkrecht, klippig und haben stark hervorstehende Ecken. Meist hat das Porphyrgebirge enge Thäler, tiefe Schluchten und schauderhafte Abgründe mit wild über einander gehäuften Felsmassen.

Seine Berge sind arm an Vegetation, und diese zeigt sich sehr einförmig. Auf den steilen Abhängen kann sich nur wenig Erde halten, und er liefert bei der Verwitterung meistens keinen fruchtbaren Boden. Die Rebe und nächst derselben der Wald gedeihen noch am besten; für den Ackerbau ist er nicht geeignet.

Er findet sich in Deutschland: an der Bergstrafse an verschiedenen Stellen um Heidelberg; an mehreren Gebirgshöhen auf dem Schwarzwalde, wie bei Neustadt an der Hölle, am Schlofsberge bei Baden; in der Gegend von Kreuznach an der Nahe; in den Gebirgen des Mittelrheins, dem Petersberge bei Neunkirchen, Wallhausen und Nohfelden bei Birkenfeld, am Donnersberge u. s. w.; in den Vogesen um Giromagny; im Thüringer Waldgebirge, welches vorzugsweise aus Porphyr besteht, und wo er die höchsten Gipfel, den Inselsberg, den Schneekopf u. s. w. zusammensetzt; in der Gegend von Halle der Galgenberg, der Giebichenstein, der Petersberg, der Sandfelsen, der Weifsenstein u. s. w.; in Schlesien im Fürstenthum Schweidnitz, zu Goldberg und Schönau, im Rabengebirge bei Landshut und an anderen Orten; im Sächsischen Erzgebirge sehr verbreitet; in Böhmen, im Saatzer-Kreise, bei Teplitz u. s. w., bei Friedland; am Harze besonders an der Südseite; in Tyrol im Eisack-Thale, bei Collmann, Botzen u. s. w. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene ist er in kleinen Blöcken nicht selten.

Der Feldstein-Porphyr ist meist ungeschichtet oder doch gewöhnlich nur undeutlich geschichtet. Häufig findet man ihn nur in unregelmäfsige Bänke abgetheilt. Die Schichten haben 1 bis 10 Fufs Dicke, und stehen oft mehr oder weniger senkrecht. Nicht selten ist der Porphyr in Säulen und Platten zerspalten. Die Säulen sind oft sehr regelrecht mit geradflächigen oder auch runden Seiten, im Durchmesser von 1 Zoll bis 1½ Fufs und darüber, und in der Länge von 5 bis 12 Fufs. Zum Theil zeigen sie selbst eine Länge von 60 Fufs, sind aber dann am obern Ende etwas gekrümmt und stehen parallel dicht neben einander, so dafs man die Absonderungen kaum sieht, und bilden in dieser Weise Wände von einigen hundert Fufsen Länge.

Die Platten bilden mehr oder weniger dicke Tafeln.

Sehr häufig durchziehen weite offene Klüfte die Porphyrgebirge. Die Kluftflächen sind gewöhnlich mit baumförmigen Zeichnungen, mit Flecken von Eisenocker, Thon u. s. w. überzogen. Ein Cubikfufs Porphyr wiegt 189 Pfund.

Der Porphyr ist ein vorzüglicher Baustein und kann zu allen Arten von Bauten vortheilhaft verwendet werden, da er sehr fest ist, schwer verwittert und die Feuchtigkeit aus der Luft weniger als alle andere Steine anzieht. Zu allen Bauten wird man ihn deshalb wie den Granit und Sye-

nit verwenden können; die aus ihm construirten Mauerwerke werden aber noch trockener als Granitmauern bleiben.

Eben so vorzüglich ist er als Pflaster- und Chausséestein. Er zerspringt noch etwas schwerer als Granit und giebt diesem in der Härte nichts nach. Wenige Steine dürften ihm zu diesem Zwecke vorzuziehen sein.

Vorzüglich aber ist dieser Stein für die Prachtbaukunst und Bildnerei geeignet, und seit alten Zeiten hat man ihn vorzüglich in seinen festeren und schöner gefärbten Arten dazu verwendet. Schon die Ägypter verfertigten aus dem rothen antiken Porphyre mit weifsen und rosenrothen Flecken, welcher zwischen dem Nil und dem rothen Meere in der Gegend des Berges Sinai bricht, eine Menge schöner Säulen, Vasen und selbst Statuen. Der Obelisk Sixtus V. in Rom besteht daraus, so wie viele Säulen, welche die Kirchen Roms und Venedigs zieren, eine grofse Menge von Grabmälern, von denen mehrere zu Altären benutzt werden, mehrere grofse Badewannen, von denen eine in der Kathedrale zu Metz als Taufbecken dient, die Wanne des Dagobert, welche sonst in Poitiers als Taufbecken gebraucht wurde, und sich nebst mehreren Statuen u. s. w. im Pariser Museum befindet. Die Säule mit dem Brustbilde des Herzogs von Alba am Bassin im Garten von Sanssouci bei Potsdam besteht ebenfalls daraus, so wie zwei schneckenförmig gewundene Vasen in der Marmor-Gallerie des neuen Schlosses daselbst. Auch die Griechen verfertigten Statuen aus Porphyr, denen sie Köpfe, Hände und Füfse von weifsem Marmor gaben.

Der braune antike Porphyr von brauner Hauptmasse mit grünlichen Crystallen findet sich in den alten Römischen Ruinen. Ein sehr ähnlicher bricht in den Vogesen. Ihm ist der Porphyr von Elfdalen in Dalekarlien ähnlich, von brauner Hauptmasse mit röthlichen Crystallen, von welchem man Urnen, Vasen, Tischblätter und viele andere sehr gesuchte Gegenstände von grofser Schönheit verfertigt.

Der grüne antike Porphyr hat eine grüne Grundmasse, die vom Olivengrünen bis Schwärzlichgrünen wechselt, mit weifsen oder grünlichen, einige Linien grofsen Feldspath-Crystallen. Man glaubt, dafs ihn die Alten aus Ägypten erhalten haben. Er findet sich in Menge und in grofsen Blöcken um die alte Stadt Ostia, bei welcher der Hafen war, wo die aus Ägypten kommenden und mit dortigen Steinen beladenen Schiffe aus-

luden. Im Schlosse von Sanssouci befindet sich eine daraus gearbeitete antike Urne aus Lucull's Grabe, und im Charlottenburger Schlosse eine Tischplatte. Man findet diesen Porphyr mehr oder weniger schön bei Blankenburg am Harz, in den Vogesen, auf Corsica und in den Pyrenäen.

Der schwarze antike Porphyr mit dunkelschwarzer Hauptmasse mit weiſsen Feldspath-Crystallen ist selten. Man findet ihn in den Römischen Monumenten; seine Brüche aber sind unbekannt. Vor der Kirche *delle tre Fontane* bei Rom stehen zwei groſse schöne Säulen aus diesem Porphyr. In Sibirien soll ein ähnlicher Porphyr, der auch Quarzkörner enthält, vorkommen; er ist jedoch ebenfalls selten.

Auf Korsika hat man in neueren Zeiten einen sehr schönen Kugelporphyr gefunden, dessen gelbe Hauptmasse sich ins Röthliche neigt, und mehr oder weniger Feldspath-Crystalle enthält. Mitten unter denselben finden sich Kugeln von 1 bis 3 Zoll im Durchmesser, excentrisch strahlig und aus Nadeln gebildet, welche heller von Farbe als die Grundmasse sind.

Unter den Ruinen von Palmyra in der syrischen Wüste befinden sich viele Porphyrsäulen, die 30 Fuſs Länge und einen Umfang von 9 Fuſs haben.

Da die Natur ihn häufig schon säulenförmig spaltet, so wird seine Bearbeitung hierdurch wesentlich erleichtert.

Der Porphyr hält sich übrigens an freier Luft sehr gut, und selbst noch besser als der Granit. Er setzt nur sehr schwer Flechten oder Moose an, besonders wenn er gut polirt ist, und übertrifft in dieser Beziehung den Marmor weit.

Ein Porphyrwürfel, an welchem jede Seite 9 Franz. Zoll 7 Linien maſs, erforderte, um zerdrückt zu werden, 100042 Pfund, demnach eben so viel als Granit.

Sämmtliche ungleichartigen Gesteine haben nie eine Spur einer Versteinerung aus dem Thier- oder Pflanzenreiche.

B. Gleichartige Gesteine.

a. Körnige Gesteine.

1. Zeigt das Gestein weifse Körner, die auch wohl ins Rothe, Gelbe oder Graue spielen und in demselben Stücke zuweilen mit einander wechseln, sind diese so mit einander verwachsen, dafs sie fast ein schiefriges Gefüge hervorbringen, haben sie zugleich ein seifenartiges Ansehen, und ritzt sie das Messer gar nicht oder nur sehr schwach, so heifst das Gestein Granulit oder Weifsstein.

Oft sind seine Körner, die aus dichtem Feldspath oder Feldstein bestehen, so klein, dafs das Gestein fast dicht erscheint. Die Bruchfläche erscheint splittrig, als hätte man ein Stück kaltes Wachs zerschlagen. Das Gestein glänzt sehr wenig.

Sehr oft sind ihm schwarze Hornblendekörner, oder kleine rothe Granaten und einzelne braune Glimmerblättchen eingemengt.

2. Ist das Gestein aus kleinen Körnern zusammengesetzt, welche auf dem Bruche fettig glänzen, eine weifse, graue, rothe oder braune Farbe haben, scheint es an den Kanten stark durch, und schlägt am Stahle Feuer, so ist es körniges Quarzgestein. Sämmtliche Körner bestehen aus Quarz.

Es ist härter, glänzender und durchscheinender als das vorige. Die Farben wechseln zuweilen streifen- und fleckweise. Es nähert sich in seinem Ansehen dem Sandsteine. Zuweilen wird es so feinkörnig, dafs es sich in das Dichte verläuft.

Zuweilen enthält das Gestein sparsam kleine silberweifse Glimmerschuppen und einzelne Feldspath-Crystalle oder Körner. Doch ist dies selten. Häufig enthält es kleine Höhlungen.

3. Besteht das Gestein aus lauter grünlich schwarzen Körnern mit seidenartigem Glanze, welche mit dem Messer geritzt ein grünlich graues Pulver auf dem Striche geben, und riecht es nach Thon, wenn man es anhaucht, so ist es Hornblende-Gestein.

Statt der Körner, die bald gröfser bald kleiner sind, finden sich auch wohl büschelförmig zusammengehäufte Nadeln. Es kann so feinkörnig werden, dafs es fast dicht erscheint; dann ist es sehr schwer zersprengbar. Im Sonnenlichte wird man das Körnige jedoch immer noch bemerken können.

Öfter finden sich auch zufällige Einmengungen ein, namentlich Feldspath, Quarz und Glimmer, Granaten, grüne Gesteine und Erze.

4. Zeigen sich die Körner so verbunden, wie im weiſsen Zucker ohne alle Zwischenräume, wobei sie jedoch bald gröſser bald kleiner sein, und auſser der weiſsen Farbe in allen Abstufungen, auch gelb, grün, blau, roth, braun und grau erscheinen können, macht das Messer ohne groſsen Druck einen Strich, schlägt das Stück nicht Feuer, und erfolgt ein Aufbrausen und Schäumen, wenn man einen Tropfen Salpetersäure (Scheidewasser) auf den Stein bringt, so ist es **körniger Kalk.**

Die Farben sind nie sehr dunkel, und wechseln nicht selten fleckweise oder streifig, oft auch aderig, besonders blaue Adern auf weiſsem Grunde, auch wohl geflammt. Die Körner werden zuweilen so klein, daſs das Gestein sich in das Dichte verläuft, besonders wenn es grau ist. Zuweilen wird auch das Gefüge schiefrig.

Mitunter finden sich auch fremdartige Mineralien eingemengt, namentlich silberweiſser oder gelber Glimmer, schwarze Hornblende, Quarzkörner, rother Granit und Erze. Versteinerungen sind nie darin enthalten.

5. Brauset das vorgedachte Gestein mit Salpetersäure nicht, oder nur schwach, während die übrigen Kennzeichen vorhanden sind, so ist das Gestein **körniger Gips.** Braun und grün findet er sich jedoch nicht.

Die Farben, besonders weiſs und grau, wechseln in Flecken, Streifen und Adern, oft in wellenförmigen Biegungen. Die Körner werden oft so fein, daſs das Gestein ganz dicht erscheint, und kaum unter dem Suchglase als ein körniges erkannt wird. Zerstöſst man ihn zu einem gröblichen Pulver, so vermehren sich die glänzenden Puncte, und das Suchglas zeigt deutlich Körner mit glänzenden Flächen. Auch wird er mitunter schiefrig, und manchmal ist er durch thonige und mergelige Beimengungen verunreinigt.

Auch sind ihm mitunter fremdartige Fossilien, nemlich gelblicher Glimmer, Quarz und mehrere andere weiſse Gesteine, Schwefel und Erze beigemengt. Auch Knochen finden sich in ihm, sehr selten aber Muscheln.

6. Ist das Gestein ausgezeichnet körnig, von kleinem, auch wohl sehr feinem Korne, berühren sich die Körner nur an wenigen Stellen, so daſs sichtbare Zwischenräume bleiben, wodurch das Gestein oft ganz zerreiblich wird, ist es gelblich oder weiſs, gelbbraun oder braungrau, und brauset es mit Scheidewasser sehr langsam und schwach, so heiſst es **Dolomit** und besteht aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Talk.

Das Feinkörnige wird es oft in dem Maafse, dafs es dicht erscheint. Die Farben sind auch wohl in einem Stücke mehrfach vorhanden und wechseln als Flecken und Streifen. Die graugefärbten Dolomite entwickeln beim Zerschlagen manchmal einen unangenehmen Geruch. Sehr häufig zeigt der Dolomit kleine Höhlungen, die gewöhnlich stark in die Länge gezogen und platt gedrückt sind, und die besonders dienen, ihn von den beiden letzt erwähnten Gesteinen zu unterscheiden. Zuweilen erscheint das Gestein, als sei es aus Stücken von dichterer oder erdiger Consistenz zusammengebacken. Dies ist besonders bei der grauen und braunen ins Schwärzliche und Grünliche ziehenden Art der Fall, welche unter dem Namen Rauchwacke bekannt ist. Mancher Dolomit ist in dünnen Platten biegsam. Zuweilen enthält der Dolomit keine fremdartigen Gemengtheile; anderer führt Glimmer, schwarze oder weifse Mineralien und Erze. Versteinerungen sind ihm in der Regel fremd.

Zum Theil ist der Dolomit vom Kalke schwer zu unterscheiden.

(Die Fortsetzung im nächsten Hefte.)

15.
Über die Entstehung und Bedeutung der architectonischen Formen der Griechen.

(Von dem Herrn Bau-Inspector *Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Schlufs des Aufsatzes No. 13. im vorigen Hefte.)

I.
Bildung der Hauptformen.

Sie umfafst als Haupttheile:

1) die Anordnung des Grundrisses;

2) die Anlage der Massen.

Der Grundrifs ist abhängig von der öconomischen Bestimmung des Gebäudes nach dem Bedürfnisse und von den Localverhältnissen; die Massen, so weit sie nicht durch den Grundrifs bedingt werden, sind weniger beschränkt. In der Anlage der Massen offenbart sich deshalb besonders der Styl, in dem Grundrisse vorzugsweise der specielle Character des Gebäudes. Unter Styl verstehe ich die Eigenthümlichkeit der Architectur in Bezug auf den Geist des Volkes (subjective Eigenthümlichkeit); unter Character dagegen die Eigenthümlichkeit in Bezug auf die jedesmalige Bestimmung des Gebäudes (objective Eigenthümlichkeit).

1. Der Grundrifs.

Nur wenige Gebäude-Arten der Griechen sind uns bekannt geworden; allein, als die bei weitem wichtigsten, geben sie uns bedeutende Winke über die Regeln, welche bei Anordnung des Grundrisses eines Gebäudes befolgt wurden. Das Bedürfnifs ist überall fest im Auge gehalten; nur da, wo es auf keine Weise gefährdet werden konnte, sind höhere Anforderungen berücksichtigt.

Überzeugend bestätigen dies die Theater, welche bei ihrem bedeutenden Umfange und bei der Wichtigkeit, welche man den Schauspielen beilegte, die lockendste Gelegenheit zur Errichtung prachtvoller National-Bauwerke darboten; aber man suchte absichtlich Berg-Abhänge,

welche die zweckmäfsige terrassenförmige Anordnung der Sitze von selbst darboten, ohne daran zu denken, dafs ein solches Werk, beim Mangel vollständiger Mauern und der Decke, nicht einmal zu den eigentlichen Gebäuden zu rechnen war.

Auch die Tempel boten in der Zelle und Vorzelle nur die nöthigen Räume dar; die offenen Säulenhallen dagegen, welche die gröfseren Gattungen, doch gewifs nicht in sehr frühen Zeiten, ganz oder zum Theil umgeben, sind zwar aus dem Bedürfnisse, aber einem höheren und feineren entsprungen. Indefs mögte ich doch die Meinung, dafs man durch sie Schutz gegen Regen und Sonnenstrahlen beabsichtigt habe, nur von den verhältnifsmäfsig grofsen Vorhallen vor den Zellen gelten lassen; die Seitengänge sind zu diesem Dienst zu schmal. Nichts aber spricht die öffentliche Lebensweise der Griechen und das heitere Klima, von dem jene erzeugt wurde, edler, einfacher und kräftiger aus, als die nach allen Seiten hin freundlich und einladend sich öffnenden Hallen.

Neben den Tempeln sind auch die Propyläen bemerkenswerth. Das Bedürfnifs hat sie nicht unmittelbar hervorgerufen; und obgleich ihr wahrscheinlicher Zweck, mit anständigen Zugängen zu den Heiligthümern zugleich schattige Versammlungsörter zu verbinden, vollkommen gerechtfertigt werden kann: so entspricht doch die Idee, statt einfacher Eingangs-Öffnungen, förmliche Gebäude zu errichten, der sonst so streng festgehaltenen Einfachheit nicht ganz; es scheint, als ob die Griechen hier, wo eine unmittelbare Beziehung auf das Bedürfnifs fehlte, nicht so vollkommen klar als sonst ihre Aufgabe erfafst hätten.

Zwar sind die innern Säulengänge der Propyläen zu Athen und Eleusis, die mit Recht als die vollkommensten Gebäude dieser Art angesehen werden können, eine glückliche Bezeichnung des mittleren Hauptthores, zu dem sie führen; aber für das Ganze sind sie um so weniger hinreichend, da sie von Aufsen kaum bemerkt werden; anders ist es freilich mit den Flügeln, die am Propyläon zu Athen auf beiden Seiten vortreten, und dadurch das Eingangsthor bezeichnen; allein diese sind Gebäude für sich und unterstützen deshalb wohl den Character des Hauptgebäudes, können ihn aber allein nicht hinlänglich darstellen. In der äufseren Ansicht des eigentlichen Propyläons wiederholt sich lediglich die Tempelfront eines Prostylos; so scharf und deutlich als bei den Theatern und Tempeln ist die Bestimmung des Gebäudes hier mithin nicht ausgedrückt.

Von den übrigen Gebäude-Arten der Griechen haben wir nur dürftige Nachrichten und noch ärmlichere Reste; man übergeht sie deshalb lieber, als dafs man sich in Trugschlüssen verwickelt *).

In wiefern die Griechen bei Entwerfung des Grundrisses auf Local und Umgebung den so nöthigen Bedacht genommen haben, läfst sich jetzt, da die Situation der Ruinen eine ganz andere ist, als die der Gebäude einst war, nur vermuthungsweise entscheiden. Auf der einen Seite ist die Einrichtung der meisten Tempel im Wesentlichen gleich, und wo sich Abweichungen finden, werden sie in den Nachrichten der Alten als solche ausdrücklich erwähnt; auf der anderen Seite ist die Zahl der abweichenden Tempelformen im Ganzen doch für einzelne Ausnahmen nicht unbedeutend genug, und wir haben unter ihnen Beispiele (wie das Erechtheum), an denen sich nachweisen läfst, dafs gerade die Localität Ursache der Abweichung war, selbst auf Kosten der Regelmäfsigkeit und sogar noch wesentlicherer Erfordernisse.

Beides, die Übereinstimmung und die Abweichung von der Grundform scheint mir aus einer gemeinschaftlichen Quelle, der schon oft erwähnten Einfachheit, entsprungen zu sein. Es war am einfachsten, dafs man die allgemeinen Bedingungen eher als die jedesmaligen besondern zu erfüllen, und dafs man zunächst vollständig das Bedürfnifs zu befriedigen suchte, für welches man bauete. Dies führte, da der Pronaos vor der Zelle liegen mufste, auf die einfache Form des Rechtecks, die so lange beibehalten wurde, als keine besonderen Gründe zu Verschiedenheiten vorhanden waren, sich also um so mehr zur Normalform oder richtigen Grundform ausbilden mufste, da in der Regel den Griechen bei der Aus-

---

*) So z. B. geht man offenbar zu weit, wenn man, aus der bekannten Anspielung des Comikers Cratinus sich zu dem Schlusse berechtigt glaubt, dafs das Odeon des Perikles mit einer Kuppel bedeckt gewesen sei. Von einer eigentlichen Wölbung kann natürlich gar nicht die Rede sein; aber auch schon die runde Form an einer Decke widerspricht dem Griechischen Character, wenn sie nicht etwa, wie am Monument des Lisykrates, aus Einem Steine gehauen ist. Die Griechen hatten freilich schon runde Decken an den Pelasgischen Überbleibseln kennen gelernt, aber sie wandten sie nie an, weil eine solche Decke, sie mag aus Steinen, so wie in den Schatzhäusern, oder aus Holz zusammengesetzt sein, entgegenstrebende Kräfte voraussetzt, mithin dem Grundprincipe widerspricht. Übrigens zeigt auch die Nachricht, dafs zu jener Decke die Segel und Segelstangen der Persischen Beute verwendet sind, dafs sie keine runde, sondern eine zeltförmige Form gehabt hat, welche denn auch einen Comiker leicht verleiten konnte, sie mit dem hohen Schädel des Perikles zu vergleichen.

gedehntheit ihrer Städte die Wahl des Platzes freistand. Wo nun aber die Baustelle gegeben war und sich hieraus oder aus sonstigen Gründen Hindernisse ergaben, da war es wieder einfacher, diese zu berücksichtigen und die Gründe zur Abweichung von der Grundform unumwunden darzulegen, als jene Schwierigkeiten durch gesuchte und gewöhnlich dennoch unzureichende Künsteleien mühsam überwinden zu wollen.

Die Grundform des Rechtecks, das bald mehr, bald weniger vom Quadrate abweicht, umschliefst als Gattung die bekannten Arten: Inantis, Prostylos, Peripteros, Dipteros, Hypäthros. Man bemerkt leicht, wie mit dem wachsenden Interesse für immer gröfsere Baue die eine Art aus der anderen nach und nach entstanden ist; nur der Hypäthros bedarf einer besondern Erklärung. Es mufs jedenfalls sonderbar scheinen, ein Gebäude zu errichten, in dem der Hauptraum, um dessentwillen doch das Ganze da ist, einen unbedeckten Hof bildet *). Da die Hypäthros immer von bedeutender Gröfse sind, so könnte solches auf die Meinung leiten, dafs es zu den Deckenbalken an hinreichend langen Steinen fehlte; indefs hatte man für solche Fälle entweder hölzerne Balken oder Säulen, und es umgiebt ja auch eine Säulenhalle das Innere der Zelle, so dafs der freie Zwischenraum nicht mehr Breite hat als die Vorhalle oder als andere ganz bedeckte Tempel. Eine grofse, bedeckte, noch dazu mit Säulen durchstellte Zelle würde aber den Übelstand herbeigeführt haben, dafs das gewöhnlich nur durch die Thür einfallende Licht, welches bei kleineren Tempeln genügen mochte, hier kaum eine schwache Dämme-

*) Es ist noch nicht völlig entschieden, ob der mittlere Theil der Zelle eines Hypäthros unbedeckt war. (Siehe Stuart, Deutsche Ausgabe Theil I. S. 323. Anmerkung 55.). Die aus Pausanias und Strabo dagegen gefolgerten Gründe treffen jedoch nur den Tempel zu Olympia; vielleicht war aber dieser kein Hypäthros; auch entscheiden jene Gründe wohl nicht, denn wenn Pausanias der Bedachung erwähnt, so läfst sich dies recht gut auf die Vorhalle und die übrigen bedeckten Theile beziehen, und wenn Strabo von der Tempelstatue sagt, dafs sie, von ihrem Sitze aufstehend, die Decke durchbrechen würde, so mag nur von einer partiellen Decke über der Statue die Rede sein, wozu sich, wenn letztere an der Hinterwand sich befunden hat, eine einfache Gelegenheit darbot, indem die Decke der obern an den Längenfronten befindlichen Säulengänge etwa in derselben Breite an den Querwänden fortlief. Will man annehmen, dafs die Zelle von einer leichtern Decke als gewöhnlich überspannt war, so läfst sich diese doch nur so erklären, dafs sie nicht als zu den eigentlichen Gebäudetheilen gehörig betrachtet wurde, und so wäre die Anlage immer auf eine unbedeckte Zelle berechnet gewesen. Übrigens liegt uns nur ob, die offene Zelle, wenn sie vorhanden war, zu erklären, nicht ihr Dasein zu beweisen.

rung verbreiten konnte; Fenster fand man in früheren Zeiten *), vielleicht aus religiöser Rücksicht, für Tempel nun einmal nicht passend; man mufste also darauf kommen, das Licht von oben einfallen zu lassen. Freilich wären hierzu einzelne Lichtöffnungen hinreichend gewesen; da jedoch die Unbedecktheit des Raumes, wie bei den äufseren Säulenhallen, dem freiheitsliebenden Geiste der Griechen in einem hohen Grade zusagen mufste, so wählte man das einfachste Mittel, dessen man sich bedienen konnte.

Eine wesentliche Verschiedenheit ist noch zu berücksichtigen, welche sich über alle Tempel-Arten erstreckt. Der Tempel hat nemlich entweder nur eine Vorhalle **), oder auch noch eine Hinterhalle, und in diesem Falle entweder nur einen Eingang von der Vorhalle aus ***), oder von beiden Hallen aus Eingänge †).

Im letztern Falle war auch die Hinterhalle characteristisch; hatte dagegen der Tempel nur Einen Eingang, so mochte wohl die Lage, durch welche er von beiden Seiten gleich sehr der Beschauung ausgesetzt wurde, es veranlassen, dafs man beide Fronten mit Säulen schmückte; es war dies eine Überschreitung des Bedürfnisses, welche der sonstigen Griechischen Nüchternheit widersprach, und der Zweck der blofsen Ansicht rechtfertigte sie nicht hinlänglich. Übrigens geben die mit einer solchen Hinterhalle versehenen Peripteros ††), wo auch ohne sie die äufsere Säulenstellung vor dem hintern Giebel fortlief, zu erkennen, dafs noch ein anderer Zweck, als die blofse Ansicht damit beabsichtigt gewesen sein mufs. Am natürlichsten scheint die Annahme, man habe durch diese Hallen die Zahl der schattigen Versammlungsörter vermehren wollen; aber auch dieser Grund läfst sich nicht vollkommen rechtfertigen, da ein solcher Zweck auf das Gebäude selbst keine Beziehung hatte. Auch machen die Beispiele der schönsten Tempel, wie des Parthenons und Theseus-Tempels, welche beide doppelte Hallen, aber zugleich doppelte Eingänge haben, es wahrscheinlich, dafs die Hinterhallen ohne Eingang in den Tempel Ausnahmen waren.

---

*) Bekanntlich zeigt das Erechtheum, dessen Erbauung nach Perikles zu setzen ist, das erste und einzige Beispiel von Fenstern.

**) Telesterion zu Eleusis, Tempel zu Myus, der Themis zu Rhamnus u. s. w.

***) Tempel am Ilyssus, der Nemesis zu Rhamnus, der Diana Propyläa zu Eleusis, des Zeus-Nemeus zwischen Argos und Corinth.

†) Parthenon, Theseus-Tempel, Tempel der Minerva-Polias zu Priene, des Zeus-Panhellenios zu Ägina.

††) Tempel der Nemesis, des Zeus-Nemeus u. s. w.

Merkwürdig ist in dieser, wie in so mancher andern Hinsicht, das Erechtheum, das mit der zartesten und geschmackvollsten Ausführung so viele Fehler gegen die wesentlichen Eigenschaften des Griechischen Styls verbindet, ein Beweis, wie weit man sich kurz nach der Zeit der Blüthe von der frühern strengen Nüchternheit zu entfernen erlaubte. Eine Halle fehlt zwar dem hintern Giebel (schwerlich weil man das Unzweckmäſsige derselben einsah, denn hier wäre sie noch dazu sehr wohl zu motiviren gewesen, vielmehr wohl nur, um die Fenster nicht zu verdunkeln); dessenungeachtet hielt man sich berechtigt, als leere Verzierung, ein blindes Peristyl mit Halbsäulen anzuordnen, und zeigte dadurch der Nachwelt den sicheren Weg zum Verfalle der Kunst.

Endlich ist noch zu bemerken, daſs die verschiedenen Tempel-Arten, wenn gleich die eine aus der andern nach und nach entstanden ist, doch auch später gleichzeitig angewendet wurden; man hatte durch sie zugleich ein Mittel gewonnen, die Hauptgottheiten eines Orts und seine Verehrung für sie auszuzeichnen. Daſs sich keine allgemeine Regel entwickelte, welche etwa den Olympischen Göttern den Hypäthros, den Nebengottheiten den Prostylos, den Heroen den In-antis u. s. w. angewiesen hätte: davon lag der Grund nicht bloſs darin, daſs bekanntlich die besondere Verehrung, welche man diesem oder jenem Gotte hier oder dort widmete, nicht mit der allgemeinen Rang-Ordnung der Götter zusammenstimmte; es wirkte noch eine tiefer liegende Ursache, welche in der folgenden Abtheilung sich zeigen wird.

2. Anlage der Massen.

Die Anlage der Massen gewährt die vollkommenste Übersicht des Ganzen; in ihr muſs sich deshalb vorzugsweise das Grundprincip der Griechischen Kunst, das Gleichgewicht, nachweisen lassen. Ein Unterbau, häufig mit Stufen umgeben, erhebt den Fuſsboden des Gebäudes über die Erde, und sondert ihn scharf von derselben ab; auf dieser wagerechten Ebene ist in rechtwinkliger Form, mehr lang und breit, als hoch, und ohne alle Vor- und Rücksprünge, der eigentliche Gebäudekörper errichtet, welcher oben von dem ohne Unterbrechung wagerecht herumlaufenden Gesimse und dem flachen, südlichen Dache scharf und bestimmt begrenzt wird. Die Last ist nicht allein überall unmittelbar und lothrecht unterstützt, jeder Stein bis zur Bedachung hinauf ist auch immer zugleich Last und Stütze, so daſs nirgend ein Streben irgend einer Art bemerk-

bar wird. Selbst der Mangel einer scharfen Begrenzung nach den Seiten hin, wenn das Gebäude offene Säulenhallen umgeben, characterisirt nur, wie schon erwähnt, die heitere Öffentlichkeit des Griechischen Lebens, drückt aber keinesweges ein Streben nach Ausdehnung in die Länge und Breite aus; vielmehr dienen, wenn ein solches ja durch die lang und gerade fortlaufenden Gesims-Gliederungen leise angedeutet werden sollte, die vielen lothrechten Stützen, dasselbe von Grund aus aufzuheben. Die einfache parallelepipedische Form des Ganzen stellt ferner die vollkommenste Einheit hin, und bereitet dadurch die Harmonie erleichternd vor.

So ist die Hauptform fast aller Tempel; denn die wenigen Stufen, um welche das innere Planum oft gegen das Fufsgesims und den Fufsboden der äufsern Säulengänge erhoben ist, entziehen sich dem Bereiche der äufsern Ansicht; man denkt sich den letztern als die Grund-Ebene oder Basis des ganzen Gebäudes durchgeführt, und das höhere Planum der erhabenen innern Räume scheint darauf zu ruhen. Nur der Erechtheus-Tempel macht auch hier wieder eine wesentliche Ausnahme. Nicht allein stört die unregelmäfsige Form des Grundrisses die Harmonie und den Ausdruck des Gleichgewichts, noch entschiedener geschieht solches durch die um 10 Fufs ungleiche Höhe des Fufsbodens vom Hauptgebäude und dem gröfsern Anhange. Könnte aber auch dieses Gebäude als reines Muster gelten, so ist doch hier eigentlich von mehreren zusammenhängenden Gebäuden die Rede, und wir dürfen dabei nicht vergessen, dafs der erste Bau dieses Heiligthums, von welchem beim Wiederaufbau in der Haupt-Anordnung abzuweichen, man aus religiösen Rücksichten Bedenken tragen mochte*), in eine Zeit fällt, wo die Griechische Baukunst sich vielleicht noch weniger ausgebildet hatte.

Aufser dem Erechtheo finden sich nur unbedeutende Abweichungen**) von der gewöhnlichen Anordnung; kein Griechisches Gebäude ist namentlich so gebaut, dafs ein Gebäudetheil über den andern emporragte, oder dafs das Gebälk nicht wagerecht fortliefe, was deshalb be-

---

*) Hirt (Gesch. d. Bauk. II, 23.) und Stuart (Deutsche Ausgabe I, 519.) bestätigen diese Meinung. Die Ansicht von Stieglitz (Gesch. d. Bauk. S. 211.), dafs die Unregelmäfsigkeit der Errichtung in verschiedenen Zeitaltern zuzuschreiben sei, widerlegt schon die völlige Gleichförmigkeit der Architectur.

**) Wie z. B. die fehlenden Flügel an der Vorhalle des Parthenon.

merkenswerth ist, weil dadurch das Gleichgewicht am meisten würde gefährdet gewesen sein.

Wir haben gesehen, wie deutlich der Character der Tempel und Theater dadurch wird, daſs der Grundriſs lediglich nach dem Bedürfnisse entworfen wurde; dieses Mittel darf aber um so weniger das einzige sein, die Bestimmung eines Gebäudes auszudrücken, da es streng genommen kein rein künstlerisches ist; der Character muſs auch als Unter-Abtheilung des Styls der Architectur das bestimmte Gepräge geben.

Dieser Character fehlt den Griechischen Gebäuden zwar nicht, aber er fällt beinahe mit dem Styl zusammen. Die Tempel, auf welche wir auch hier uns hauptsächlich beschränken müssen, sind im Allgemeinen so treu characterisirt, daſs ihre Anschauung schon einen Totalbegriff von der Religion der Griechen auch dem gewährt, der ihre räumliche Einrichtung nicht zu deuten weiſs; aber wir finden bei näherer Betrachtung, daſs dies lediglich durch die Eigenschaften des S t y l s geschieht. Wie könnte es auch anders sein bei einem Volke, welches seine Götter und seine Religion sich selbst gebildet hat *), ohne sich dabei über die Grenzen der Sinnlichkeit zu erheben? Schon darum, weil das Sinnlich-Schöne individuell ist, muſs sich in den Kunstwerken mehr die Subjectivität, oder die Eigenthümlichkeit des Volks-Charakters aussprechen, als die Objectivität, oder die Eigenthümlichkeit des Gegenstandes; nur dies höhere Ideal führt aus den Grenzen der Subjectivität zu allgemeinern Ansichten. Wir können den Belag zu dem Gesagten leicht auch in den andern Künsten der Griechen finden. H o m e r characterisirt zwar scharf und bestimmt, aber immer nur G r i e c h e n, auch da wo er uns B a r b a r e n vorführt; was uns ferner an plastischen Kunstwerken übrig geblieben ist, zeigt uns ebenfalls nur G r i e c h e n, die Götter nicht ausgeschlossen. Eben so, nur nach ihrem Wesen modificirt, ist es in der Baukunst. Nicht allein ist die Architectur an allen Tempeln dieselbe, und nirgend findet sich ein Versuch durch die architectonischen Formen, und nicht bloſs durch die Sculpturen die Gottheit, welcher das Heiligthum gewidmet war, näher oder im Allgemeinen zu characterisiren; auch die Propyläen sind in dieser Hinsicht den Tempeln gleich, und wahrscheinlich waren es auch alle übrigen Griechischen Gebäude, nur daſs sie weniger Säulen und Verzierungen gehabt

*) Denn auch die gänzliche Umbildung der von andern Völkern erhaltenen Traditionen ist hier als Selbstbildung zu betrachten.

haben mögen. Nur insofern das Bedürfnifs eine Verschiedenheit in der Anordnung nothwendig machte, liefs sich die besondere Bestimmung eines Gebäudes erkennen. Darum konnte man auch nicht, wie oben bemerkt, auf den Gedanken kommen, die verschiedenen Tempel-Arten zu einer tiefer greifenden Characteristik zu benutzen.

II.
Bildung der Details.

Wand, Decke und Dach, letztere beide vielleicht noch vereinigt, mögen diejenigen Gebäudetheile gewesen sein, welche die Griechen von den Pelasgern entlehnt haben, und nothwendig beibehalten mufsten, weil kein Volk, das über der Erde bauet, ihrer entbehren kann. Doch entlehnten sie nur die Gegenstände, nicht aber ihre Construction und Form, worauf es doch nur ankommt, denn diesen gaben sie eine vollkommen eigenthümliche Ausbildung, und zwar eine solche, wie sie sich aus den unregelmäfsig aufgeschichteten Cyclopenmauern, aus den allmälig überkragenden, spitz zulaufenden Decken der sogenannten Schatzhäuser, ohne eine gänzlich veränderte Richtung des Culturganges nie hätte entwickeln können.

Die Mauern *) bilden ganz glatte lothrechte Ebenen, nicht weiter verziert **) als mit den Gesimsen, welche sie oft oben und unten begrenzen. Diese sind gewöhnlich die Fortsetzung der Basen und Capitäle der Anten, und sollen späterhin nicht übergangen werden; andere Verzierungen der Mauern würden nicht motivirt gewesen sein; von Wandpfeilern finden sich nur späterhin Beispiele ***). Doch auch diese glatten Flächen sollten den eigenthümlichen Character der Griechischen Kunst aussprechen; denn alle Quadern, aus denen eine Mauer zusammengesetzt ist, sind von gleicher Gröfse, und man konnte unmöglich das Gleichgewicht

---

*) Hübsch führt uns die Mauern und Decken (in seiner Schrift „Über Gr. Arch. S. 9.") mit wenigen Worten anschaulich vor Augen.

**) Von den Malereien und dem bunten Anstrich, welche als Verzierung der Mauern üblich gewesen zu sein scheinen, wird der dritte Abschnitt handeln.

***) Ich kenne nur Ein Griechisches Gebäude mit Wandpfeilern, die Propyläen zu Priëne; doch ist es wahrscheinlich, dafs diese erst bei der Vollendung des Minerven-Tempels daselbst unter Alexander entstanden sind (vergl. Stiglitz Gesch. d. Baukunst S. 245.).

einfacher und deutlicher ausdrücken, als durch das gleiche Gewicht aller einzelnen Steine. Nur die untere oder Sockel-Schicht ist höher, als die übrigen, offenbar, um sie als diejenige auszuzeichnen, auf welcher das Ganze ruht.

Von den Decken haben sich nur die steinernen erhalten. Sie sind auf die wagerechte Lage und lothrechte Unterstützung berechnet, und die zweckmäfsigste Construction gab auch hier die schönste Form. Die Balken, immer nach der schmalsten Dimension des Raums gelegt, sind unverziert und scharfkantig, um ihre Tragkraft und das feste Aufliegen zu versinnlichen. Die Deckplatten zwischen den Balken haben keinen andern Zweck als den Raum zu schliefsen; es war zweckmäfsig, ihre Last möglichst zu vermindern, daher die Cassaturen, welche den Decken die zweckmäfsigste und daher schönste Verzierung geben, die sich denken läfst.

Über die Bedachung reichen wenige Worte hin. Die Form der Flach- und Hohlziegel hat lediglich das Bedürfnifs bestimmt; dennoch ist ein Griechisches Dach, so wenig es auch seiner flachen Lage wegen gesehen werden konnte, mit den nahe aneinander liegenden parallel laufenden Rinnen zweckmäfsig und schön. Die Stirnziegel dienen den Hohlziegeln zu Stützen und geben dem Rande des Daches, indem sie die einzelnen Rinnen der Flachziegelreihen von einander trennen, eine leichte und nicht ganz bedeutungslose Verzierung.

Eine wesentliche Berücksichtigung bei den Bauwerken der Griechen verdienen die Fugen. Sie sind bekanntlich so eng und sauber zusammengeschliffen, dafs man sie nach der Aussage von Augenzeugen noch jetzt kaum sieht. Diese Dichtigkeit beim Mangel der Mörtelausfüllung war nothwendig, um das Eindringen der Feuchtigkeit zu verhindern; allein es läfst sich den engen Fugen auch noch eine höhere Bedeutung abgewinnen, welche den Griechen nicht unbekannt gewesen zu sein scheint. Man wollte beim Bauen die einzelnen Steine auf das Innigste zu einem Ganzen verbinden; diese Absicht mufste also auch künstlerisch dargestellt werden; am einfachsten und zweckmäfsigsten geschah es dadurch, dafs man die Fugen kaum sichtbar machte. Freilich durfte nicht das ganze Gebäude aus Einem Steine zu bestehen scheinen, denn sonst würde jede constructionelle Bedeutsamkeit der Architectur verloren gehen; deshalb durften die Fugen nur an denjenigen Theilen verschwinden, welche füglich aus

Einem Steine bestehen konnten, ohne die Construction des Gebäudes zu ändern, als Säulenstämme, Architrav, Fries, Gesimse u. s. w. Aus diesem Grunde machten die Griechen, trotz der sonstigen engen Fugen, doch diejenigen, welche die constructionellen Hauptheile von einander trennten, ausdrücklich bemerkbar, entweder durch ein vorspringendes kleines Glied, oder auch, wie zwischen Hals und Schaft der Dorischen Säule, durch einen Einschnitt.

Die wesentlichsten und interessantesten Bestandtheile der Griechischen Architectur sind die Säulen und Gebälke, bei welchen wir länger verweilen müssen.

Die Übereinstimmung der offenen Säulenhallen mit der Öffentlichkeit der Griechischen Lebensweise, mit dem Klima und dem freien heiteren Character der Griechen ist vorhin schon angeführt. Ihre Entstehung bedarf keiner Erklärung; die Säule ging nicht aus der Construction hervor, denn Decke und Mauern waren vollkommen zu dauerhaften Gebäuden hinreichend; erst die glückliche, echt Griechische Idee, statt der vollen Mauern einzelne Stützen zu setzen, rief die neue, freilich nur wenig veränderte Construction mit Säulen und Gebälken hervor, und veranlaſste die Entstehung und Ausbildung aller mit ihnen verbundenen Formen.

Bisher haben wir die Bauwerke beider Griechischen Stämme gemeinschaftlich betrachtet, mit besonderer Rücksicht jedoch auf den Dorischen Styl; bei den Säulen und Gebälken tritt die Unterscheidung deutlicher und bestimmter hervor; es wird deshalb gerathener sein, jeden Styl besonders abzuhandeln. Hübsch (Griech. Arch. S. 6.) hat zwar vollkommen Recht, wenn er nur den Dorischen Styl eigentlich Griechisch nennt; dennoch ist es des Gegensatzes wegen, und auch weil Jonien mit seiner Cultur weit mehr zu Griechenland als zu Asien gehört, nöthig, auch den Jonischen Styl zu betrachten, und selbst der Toskanische und Corinthische dürfen nicht übergangen werden.

1) Der Toskanische Styl.

Die Frage: ging er in Griechenland als Alt-Dorischer Styl dem Dorischen voran? müssen wir verneinen. Allerdings haben die Pelasger bei ihrer Auswanderung nach Italien die heimathliche Bauweise mitgenommen, und wahrscheinlich haben auch die Hetrurier die Cultur der besiegten Pelasger sich angeeignet, denn wir finden in Italien noch ausgebildetere Cyklopische Baureste, als in Griechenland, nicht minder

zeigt sich in den Hetrurischen Bildwerken wieder die grofse Ähnlichkeit mit dem Ägyptischen Styl. Allein einmal haben wir bereits gesehen, dafs die Griechiche Baukunst, also vorzüglich der Dorische Styl, nicht aus der Pelasgischen Bau-Art erklärt werden kann; zweitens fragt es sich auch noch sehr, ob der sogenannte Toskanische Styl wirklich Pelasgischen Ursprungs oder auch nur aus der Pelasgischen Bau-Art abzuleiten sei. Eine folgerechte Entwicklung der letztern mufste nothwendig auf das Wölben und auf einen Styl führen, der statt der Säulen und Gebälke, Pfeiler und Bögen zu seinen wesentlichsten Elementen hatte; und wirklich haben uns auch die Hetrurier, wahrscheinlinh aus einer frühern Zeit, Gewölbe und Gebäude ohne Säulen*) hinterlassen. Vergleicht man nun die Toskanische Säulen-Ordnung mit ihrem hölzernen Gebälke, wie Vitruv**) (dem wir hierin wohl mehr trauen dürfen, als wenn von den ihm in jeder Beziehung entferntern Griechischen Gebäuden die Rede ist) sie uns kennen lehrt, mit diesen ganz massiven Überbleibseln: so drängt sich uns die Überzeugung auf, dafs die Toskanische Ordnung erst in spätern Hetrurischen Zeiten***) entstanden ist. Die Hetrurier mochten die Säulen und Gebälke der Griechen durch spätere Colonisten oder sonst kennen lernen; sie ahmten sie nach, und griffen dabei zu demjenigen Material, welches in Ermangelung gehörig langer Steine ihnen am nächsten zur Hand war. Wie weit der Dorische Styl, von welchem der Toskanische entlehnt scheint, damals in der Ausbildung gediehen war, mufs dahin gestellt bleiben; wir würden gewifs irren, wenn wir annehmen wollten, dafs Original und Copie genau übereingetroffen hätten, denn nicht allein, dafs wahrscheinlich die erste Kunde, welche die Hetrurier von der Griechischen Bauweise erhielten, verworren, oder das Vorbild, welches Einige unter ihnen in den spätern Colonien sehen mochten, kein reines Muster aus dem eigentlichen Griechenlande war: so ist auch anzunehmen, dafs die Hetrurier, so viel als möglich, selbst bei der Nachahmung, ihrem eigenthümlichen Style treu blieben, woraus allein schon die Ärmlichkeit der Toskanischen Säule erklärbar wird. Vielleicht wäre hier der Fries darum weggelassen, weil er

*) Tempel des Jupiter-Urius zu Signi bei Rom.

**) Buch IV. Cap. VII.

***) Vielleicht nicht lange vor Erbauung des Capitolinischen Tempels zu Rom; denn es ist bekannt, dafs die ersten Baumeister der Römer Hetrurier waren.

beim Holzbau seine Bedeutung, wie wir sie später kennen lernen werden, verlieren mufste: indefs scheint eine solche ästhetische Berücksichtigung mit dem Geiste der kümmerlichen Nachahmung des Fremden kaum vereinbar, und so mag es auch schon lobenswerth sein, wenn man ihn blofs darum wegliefs, weil man seine höhere ästhetische Bedeutung nicht kannte und er mithin überflüssig schien.

2) Der Dorische Styl.

Er ist der eigentlich Griechische und trägt die oben entwickelten Eigenschaften der Griechischen Kunst in einem hohen Grade der Vollkommenheit. Das körperliche Gleichgewicht geht dadurch, dafs es durch die einfachsten, dem Gefühle anschaulichsten statischen Gesetze zwischen Last und Stütze erreicht ist, in geistiges Gleichgewicht über, und stellt so das Grundprincip der Griechischen Kunst ganz unmittelbar dar. Die Dorischen Tempel, in ihrer grofsen Einfachheit, sprechen Ernst und Würde aus, Eigenschaften, welche vor allen den Wohnungen der Himmlischen, auch wenn diese nur höher ausgebildete Menschen waren, nicht fehlen durften, und die erst dem Gottesdienste der späteren, entarteten Griechen, wie alles Grofse und Schöne, verloren gingen; nicht minder aber drücken sie die heitere Ruhe und Harmonie des glücklichsten und die gediegene Zartheit des feinfühlendsten Volkes aus.

Die Säule. Sie ist eine freistehende *Stütze* von Stein *). Hierauf mufs sich die Bedeutung aller Formen insbesondere beziehen.

Der Stamm ward rund gestaltet, weil der Kreis den gröfsten Inhalt mit dem kleinsten Umfange, also die gröfste Masse mit der kleinsten Form umschliefst, um die erforderliche grofse Tragkraft auszudrücken. Der Vermuthung, dafs man, um sich beim Durchgehen nicht zu stofsen, die anfänglich viereckige Stütze abrundete, scheinen die scharfen Stege der Canneluren zu widersprechen, bei deren Bildung man auf diesen sonst auch wirklich geringfügigen Umstand nicht Rücksicht nahm. Zur Andeutung des festen Standes der einzelnen Stützen diente die Verjüngung. Die Schwellung, welche die Säulen zu Pästum zeigen, mag einer mifsverstandenen Nachricht aus dem fernen Mutterlande zuzuschreiben sein; dem Dorischen Character entspricht sie nicht, wie wir sehen werden, wenn uns der Jonische Styl Veranlassung giebt, die Schwellung zu er-

*) S. Hübsch, über Griech. Arch. S. 44.

klären. Zwar zeigen auch die Dorischen Denkmäler Athens eine Schwellung, aber, was nicht zu übersehen ist, eine unmerkliche *). Am Parthenon beträgt sie 0,7 Zoll, also nur $\frac{1}{531}$ der Höhe des Schaftes; man sieht daraus, daſs sie nicht bemerkbar, also scheinbar nicht da sein sollte. Es käme darauf an, zu wissen, ob auch die älteren Monumente in Griechenland, z. B. die Säulen zu Corinth, diese Erscheinung darbieten? Das fremdartige Beispiel zu Pästum darf uns nicht verleiten anzunehmen, daſs die Säulen aller früheren Monumente, auch im Mutterlande, eine stärkere Schwellung gehabt hätten; es ist nicht wahrscheinlich, daſs anfänglich eine starke Ausbauchung Statt gefunden, sich bei der weitern Ausbildung bis zur Unmerklichkeit vermindert, und später wieder verstärkt haben sollte; vielmehr würden, wäre anfänglich eine starke Schwellung üblich gewesen, nach dem natürlichen Gange der Dinge, in den Zeiten des Verfalls eingebauchte Säulen aufgekommen sein. Vielleicht hütete man sich bei der letzten Bearbeitung des Schaftes bloſs vor dem Zuvielwegnehmen; man hatte bemerkt, daſs eine geringe Einbauchung, die bei der Bearbeitung entstanden war, sehr unangenehm auffiel; man verhütete dieselbe dadurch, daſs man die erst stehen gebliebene Ausbauchung so lange verringerte, bis sie nicht mehr zu bemerken war, und man konnte sich auf diese Weise der geraden Linie ohne Gefahr so weit nähern, als man wollte, während ein jeder zu tiefe Meisselhieb nicht anders wegzubringen gewesen sein würde, als daſs man die ganze Säule dünner gemacht und mit gleicher Gefahr aufs Neue bearbeitet hätte.

Die Canneluren, mögen sie entstanden sein wie sie wollen, scheinen lediglich dazu zu dienen, die runde Form der Säulen, die aus einiger Ferne, oder beim Mangel des scharfen Sonnenlichtes so leicht übersehen wird, deutlicher hervorzuheben. Dieser gar nicht unwichtige Zweck wird durch sie auf die einfachste Weise erreicht; man deutete auf dem runden Schafte gerade herunterführende Linien an, alle gleich weit von einander entfernt, damit die Verkürzung der Zwischenweiten an den Seiten ein deutliches Zeichen der Rundung gebe. Um diese Linien scharf und architectonisch zu marquiren, arbeitete man die Zwischenräume nach einer flachen Höhlung aus; jedes andere Profil würde weniger scharfe Stege gegeben, weniger mit der im Ganzen runden Form der Säulen har-

*) Hübsch S. 6. und Stuart I, 351.

monirt haben, und auch gesuchter gewesen sein. Die Zahl der Canneluren scheint anfänglich nicht bestimmt gewesen zu sein, bis man durch Versuche fand, dafs eine zwanzigfache Abtheilung gerade die Grenze der für die Dorische Säule erlaubten Zierlichkeit erreichte, ohne auf der anderen Seite die runde Form zu verdunkeln; denn eine geringere Anzahl würde den Kreis in ein Vieleck verwandelt haben, für das Gefühl nemlich, denn der Verstand unterscheidet ein Zwanzigeck noch scharf vom Kreise.

Zum sichern Auflager des vierkantigen Architravs mufste die Säule oben eine viereckige Platte darbieten, die zugleich vorn und hinten um etwas vor dem Architrav vorstand, mithin, da die Breite des letztern, wie wir noch sehen werden, dem untern Säulendurchmesser gleich war, sehr bedeutend vor der obern verjüngten Stärke des Schaftes vorsprang und so gegen diese eine ausgezeichnete Gröfse hatte *). Die beträchtliche Ausladung der Platte mufste unterstützt und zugleich ihre viereckige Form auf die runde des Stammes zurückgeführt werden; beides geschieht auf einfache Weise durch den Echinus, der mit seinen Ringen den Zweck des Unterstützens, an den bessern Monumenten mit wahrhaft überraschender Zartheit und Genauigkeit ausdrückt. Gerade in der Bestimmung solcher kleinen Details, welche dem ungebildeten Auge als bedeutungslos erscheinen mögen, vielleicht auch bei erhabenern Bauwerken einen geringern Effect machen würden, spricht sich der Character der Griechen, namentlich die Griechische Grazie, am schärfsten aus. Der gerade Abschnitt, wie er anfänglich, und wohl lange Zeit hindurch üblich gewesen sein mag, gewährt die einfachste Zurückführung der quadraten Form der Platte auf die runde des Stammes; hiervon ausgehend wufste man durch eine geringe Abweichung von der geraden Linie dem Profile des Echinus eine unnachahmlich schöne Form, d. h. solche Form zu geben, die den Zweck des Unterstützens unmittelbar dem Gefühle darstellt; es scheint als ob die Masse im Kampfe mit der Last sich selbst diese Form gegeben habe, ehe sie in Stein überging.

*) Hübsch (Seite 7.) vermuthet, dafs die Platte so grofs gemacht wurde, um die Spannweite der Architravsteine zwischen je zwei Säulen zu vermindern; dieser Vortheil ist jedoch nur gering, und konnte ja noch besser durch eine um ein Weniges geringere Entfernung der Säulen erreicht werden. Das aber kann er veranlafst haben, dafs man, nachdem einmal die Breite oder Tiefe der Platte durch die Breite des Architravs bestimmt war, die Länge ihr gleich machte, oder der Platte eine quadrate Grundfläche gab, obgleich auch schon die Zirkelform des Stammes eine gleichseitige Platte forderte.

Eben so bedeutungsvoll sind die Ringe; von geringer Stärke, und in mehrfacher Zahl dicht über einander gereiht, umgeben sie, genau seinem Profile folgend, den Echinus da, wo er sich mit einer sanften Einbiegung an den Stamm anschliefst. Sie sind nicht etwa eine willkürliche Grenzlinie zwischen Stamm und Echinus; der letztere, so aufgefafst wie wir es eben gethan haben, bedurfte vielmehr hier eines scheinbaren Zusammenhaltes, eines festen Bandes, damit sich seine Tragkraft um so sicherer entfalten konnte. Auch das Detail der Ringe ist nicht willkürlich, und die geringste Abweichung entzieht ihnen daher sogleich ihre Bedeutung. So z. B. zeigen sie sich an dem unter den Römern erbauten Thore der Agora zu Athen, bei der Gleichheit ihrer Durchmesser, und unter dem zu stark gebogenen Wulste *), wie auf einander gelegte dünne Scheiben. Ein einziger stärkerer Ring würde, weil er mehr ins Auge gefallen wäre, gewissermafsen einen Kampf widerstrebender Kräfte angedeutet und dadurch den Ausdruck der Ruhe gestört haben. Nur wenn man mehrere ganz kleine Ringe, die sich dem Echinus leicht anlegten, ohne ihn scheinbar zu drücken, anbrachte, und ihr Profil eckig, nicht etwa rund machte (wie an ähnlichen Stellen der Mauern, Pfeiler u. s. w.), um durch diese Mittel zu zeigen, dafs das Ganze aus Einem Steine ausgearbeitet und die Hauptmasse nicht von wirklichen Ringen umschlossen sei, konnte eine solche Darstellung erlaubt sein; nur dann trat die Grazie, der wir sie zuzuschreiben haben, dem Grundprincipe, dem Gleichgewichte, nicht entschieden gegenüber. Beim Jonischen Styl werden wir in dieser Hinsicht der Grenze des Erlaubten noch näher treten, wo nicht sie überschreiten sehen.

---

*) Zwar geben auch die früheren Monumente, wie die Tempelruine zu Corinth, eine stärkere Ausbauchung des Echinus, als der Theseus-Tempel und die Perikleischen Gebäude; dennoch aber glaube ich, dafs man noch früher und anfänglich sich des geraden Abschnitts bediente. Es kann nicht befremdend sein, dafs die ersten Versuche zur Verfeinerung, welche die Grazie eingab, nicht sogleich auf das Vollkommenste gelangen, zumal hier, wo es auf die Breite einer Linie ankam; und eben so erklärlich ist es, dafs man anfänglich, als man sich zuerst von der geraden Linie entfernte, eher etwas zu viel als zu wenig that. Überhaupt dürfen wir nie vergessen, dafs in der Kunst, besonders wenn sie das Sinnlich-Schöne darstellt, Alles durch Versuche gefunden wird. Bei den Griechen müssen wir dies um so mehr voraussetzen, da alle Formen und Verhältnisse mit der schärfsten Genauigkeit bestimmt sind. Wir finden freilich bei ihnen weniger mifslungene Versuche, als sich hiernach erwarten liefs; dies verdanken sie jedoch dem ihnen durch Geburt und Erziehung eingeimpften edlen Geschmacke, der die meisten ihrer Versuche gelingen machte.

Rücksichtlich der Ringe führe ich noch ein Beispiel an, welches zugleich die von ihnen und dem Echinus angegebene Bedeutung zu bestätigen scheint. Am Parthenon sind die innern Säulen kleiner und leichter als die äufsern (worüber in der Folge ein Weiteres). Obgleich dieser Gröfsen-Unterschied in den einzelnen Theilen nur gering ist, so hat man doch nicht vergessen, die geringere Gröfse der Last dadurch zu versinnlichen, dafs der Echinus weniger stark umfafst ist; es umgeben ihn (Stuart, Th. II. Cap. 1. Taf. VIII.) nur drei Ringe, statt dafs die äufsern Säulen deren vier haben.

Auf diese Weise entstand das Capitäl; es mufste einen Stein für sich ausmachen, theils der leichtern und genauern Bearbeitung des Schaftes wegen, theils um ihm, als dem unmittelbaren Träger der Last, die gegen das Zerspalten schützende natürliche Bruchlage geben zu können, welche er nicht erhielt, wenn die ganze Säule aus Einem Steine bestand. Damit das Capitäl nicht zerdrückt werde, durfte es nicht zu niedrig sein; doch durften auch Platte und Echinus nicht so unförmlich hoch und deshalb schwer werden, dafs sie mehr zur Last als zur Stütze zu gehören schienen. Daher nahm man den obern Theil des Schaftes, den Hals, mit zum Capitälsteine, weil auch noch wegen des obern Ablaufs oder der Einbiegung des Echinus die Fuge nicht unmittelbar unter dem ersten Ringe sein konnte. Um diese Construction, welche vielleicht die ästhetische Beziehung noch nöthiger machte als das wirkliche Bedürfnifs, zu verdeutlichen, sonderte man Hals und Schaft durch einen bemerkbaren Einschnitt, während man die übrigen Fugen mitten im Stamme völlig unsichtbar zu machen verstand. Die Athenischen Monumente zeigen nur Einen solchen Einschnitt; die ältere Tempelruine zu Corinth hat mehrere, was mir wieder ein mifsglückter Versuch zu sein scheint, wie wir schon ähnliche gefunden haben, und wahrscheinlich noch mehrere finden würden, wenn sich mehr Gebäude aus der frühern Epoche erhalten hätten, denn es ist ganz dem sinnlichen Character der Griechischen Kunst gemäfs, dafs die gelungensten Erscheinungen nicht auf dem Wege der Speculation, sondern versuchsweise hervorgebracht sind. Die Vertauschung des sonst zur Absonderung üblichen, hervortretenden kleinen Gliedes, wie zwischen Architrav und Fries, mit einem blofsen Einschnitte, ist wieder ein Beweis des Griechischen Zartgefühls, der letzte leise Druck von der Hand der Grazie. Das Capitäl gehörte mit zur Säule; obgleich es nicht mit dem

Schafte aus Einem Steine bestand, so durfte es doch von diesem nicht zu streng abgesondert werden, wenn die Einheit der Säule nicht verloren gehen sollte; darum gehen auch die Canneluren am Halse fort. Überdies fiel auch hier die Bedeutung weg, welche, wie wir sehen werden, mit einem vortretenden Gliede in ähnlichen Fällen verbunden wurde; und schon der Grund rechtfertigte einen bloſsen Einschnitt, daſs er genügend war.

Damit wären denn alle Details der Dorischen Säule betrachtet, und aus ihrem statischen Zwecke als freistehende Stütze erklärt; ein Rückblick auf das Gesagte zeigt, daſs fast alle Formen einer höhern Nothwendigkeit, als der des gemeinen Bedürfnisses entsprungen, daſs sie weit mehr für die ästhetische Darstellung, als wegen des wirklichen statischen Erfordernisses da sind. Wie mannigfach gestaltet ist die Säule, obgleich für die Construction selbst nichts weiter erfordert wurde, als daſs sie hinlänglich stark war, ungefähr lothrecht stand, oben und unten wagerecht geebnet, und oben nicht bedeutend dicker als unten war!

Die Pfeiler kommen in den bessern Zeiten nur als Stirnpfeiler vor, d. h. als feste Grenzpuncte der Mauern. Hierauf gründet sich ihre gegen die der freistehenden Säulen bedeutend verschiedene Gestaltung, nicht ohne damit zugleich die bisher versuchten Erklärungen zu bestätigen. Zunächst muſsten die Pfeiler, wie die mit ihnen verbundenen Mauern, eine viereckige Grundfläche und lothrechte Seitenflächen, also keine Verjüngung erhalten, weil es unnöthig war die Grundfläche breiter zu machen, indem das Tragen überhaupt bei ihnen nur Nebenzweck war. Mit der runden Form fielen von selbst die Canneluren fort, die hier keine Bedeutung haben konnten. Eines Capitäls bedurften die Pfeiler gleichfalls, nur von weit geringerer Ausladung und Stärke, als die oben dünnern und lediglich zum Tragen bestimmten Säulen. Häufig läuft die Capitäl-Gliederung längs der Mauer fort, denn diese bedurfte aus demselben Grunde eines Gesimses, als der Pfeiler; nicht selten ist auch ein Fuſsgesims vorhanden. Kurz man rechnete den Pfeiler seiner Bestimmung nach zur Mauer, und betrachtete ihn nicht etwa als eine zweite Art solcher Stützen, wie die Säulen sind. Zwar treten im Pfeilergesims Platte und Echinus als Haupttheile erkennbar hervor, aber nicht wegen der Ähnlichkeit mit dem Säulen-Capitäle, sondern wie bei jedem Gesimse, weil auch hier eine Last zu unterstützen war. So viel die Gleichheit der Grundbedeutung nur irgend erlaubte, scheint man eine Verschiedenheit absichtlich gesucht zu ha-

ben; nicht allein ist das Ganze leichter und zierlicher, sondern die Platte ist auch noch mit einem kleinern Gliede gekrönt, der Wulst ist gewöhnlich unterschnitten, statt der Ringe sind kleine Plättchen, und statt des Einschnittes am Halse ist ein kleiner Vorsprung da, alles, um zu zeigen dafs die Last auf die ganze Mauer vertheilt ist und sich nicht auf die Pfeiler concentrirt. Dafs übrigens hier weniger feste Regeln aufgestellt waren, wie aus der Verschiedenheit der noch vorhandenen Pfeiler-Capitäle hervorgeht, möchte darin seinen Grund haben, dafs sich die statischen Gesetze bei einer fortlaufenden Unterstützung weniger bestimmt aussprechen, als bei einer freistehenden Stütze, weil bei letzterer mehr Vorsicht für Erlangung der festen Construction nöthig ist. Eine Hervorragung vor dem Architrave, ein Gesims, gleichviel von welchem Profile, war genügend, wenn es nur im Allgemeinen die ausladende Platte und den sie unterstützenden Wulst zeigte.

Eine auffallende Erscheinung ist die ungemein geringe Breite der Anten in den Längenfronten. Hübsch *) rechtfertigt sie damit, dafs hier kein Architrav aufliegt, und findet einen neuen Beweis der Griechischen Nüchternheit darin; aber auf der breiten Stirnseite liegt auch kein Architrav auf, und warum hätte man, besonders wenn das Pfeiler-Capitäl als Gesims der Mauer fortlief, die Andeutung des Pfeilers, d. h. seinen Vorsprung vor der Mauer, auf dieser Seite nicht ganz weggelassen? Das wäre ja noch einfacher gewesen. Die Eck- oder Grenz- (nicht Strebe-) Pfeiler der Mauern mufsten scheinbar selbstständig sein, wozu sie für die fraglichen Seiten-Ansichten viel zu schmal sind; daher möchte die Schönheit dieser Pfeilerseiten an sich schwer zu beweisen sein. Man scheint auch im Alterthum über diesen Punct weniger einig gewesen zu sein, vielleicht wieder, weil die Pfeiler nicht wirkliches Bedürfnifs waren. Am Theseus-Tempel, am Tempel der Diana-Propyläa zu Eleusis und an andern, finden sich quadratische Anten, und nicht selten sind dagegen beide gegenüberstehende Seiten schmal, wie sonst nur die äufsern. Dieser Umstand dürfte eine sonst etwas gesuchte Erklärung rechtfertigen.

Der günstigste Standpunct für die Anschauung des ganzen Gebäudes lag offenbar in der verlängerten Diagonale des Grundplans, so dafs

---

*) Über Gr. Arch. S. 32.

der Giebel in geringer, die Längenfront in stärkerer Verkürzung erscheint. Aus diesem Standpuncte also, für welchen natürlich alle Maafse und Verhältnisse vorzugsweise berechnet sein mufsten, sah man die Anten übereck, also in ihrer gröfsten Breite. Nun durften aber die mit der Mauer verbundenen Pfeiler nicht füglich stärker scheinen, als die freistehenden Säulen, deren runde Form ihnen für jede Ansicht die gleiche Breite gab. Zwar hätte man diese Absicht auch dadurch erreichen können, dafs man ein kleineres Quadrat zur Grundfläche wählte, dann wäre aber der Pfeiler in der gleichfalls wichtigen vordern normalen Ansicht, also gerade da, wo man von der Mauer nichts sah, weit schmäler als die Säulen geworden; dies wollte man vermeiden, man gab dieser Seite daher die volle Säulenbreite, und so viel nun diese sich bei der schrägen Ansicht verkürzte, gerade so viel, und nicht mehr, nahm man zu der Pfeilerbreite in der Längenfronte. Die innere oder dritte Säule ist gewöhnlich so breit, als die vordere oder Giebelseite; dies war nöthig, wenn bei einer Säulenstellung In-antis hier ein Architrav auflag; wo dieser fehlt, ist häufig auch diese Seite schmal, wie in den Propyläen.

Dafs bei der schrägen Ansicht die beiden vordern Anten ungleich breit schienen, indem man von der einen (nächsten) die vordere breite und die äufsere schmale, von der andern (entferntern) aber die vordere und die innere, also zwei breite Seiten sah, rechtfertigt sich bei einem Prostylos und Peripteros vollkommen, da hier die Säulenreihe des Peristyls den entferntern Pfeiler zum Theil verdeckte. Nur bei einem Tempel In-antis war die Ungleichheit sichtbar; aber eben deshalb sind vielleicht bei dem oben angeführten Tempel der Diana-Propyläa die Anten quadratisch gestaltet, so wie bei dem Themis-Tempel zu Rhamnus der Unterschied der beiden Längenseiten wenigstens geringer als sonst ist. Am häufigsten finden sich gleichseitige Stirnpfeiler an den Peripteros, und dies wohl darum, weil hier in der schrägen Ansicht beide Pfeiler sich hinter Säulen versteckten, also die Längen-Ansicht ohne Gefährdung der Haupt-Ansicht mehr als sonst berücksichtigt werden konnte. Dafs endlich bei einem Prostylos die hintere Ante, welche man in der Diagonal-Ansicht am Ende der Längenfront sah, nur eine schmale Seite zeigte, dürfte übersehen werden, weil hier doch wegen der starken Verkürzung der einen nur sichtbaren Seite an keine Übereinstimmung zu denken war; es war im Grunde besser, den Pfeiler als eine blofse Grenz-

linie der Mauer erscheinen zu lassen, als ihn durch eine etwas gröfsere, in diesem Falle aber immer ungenügende Breite sichtbarer zu machen.

Das Gebälk. Es war die Last, welche die Säulen, Pfeiler und Mauern tragen sollten, und mufste demgemäfs nach andern Gesetzen als die Stütze gebildet werden. Wenn auch hier wieder die untern Theile von den obern belastet wurden, so war doch der Druck nicht allein geringer, sondern auch von anderer Art; denn da alle Theile ununterbrochen fortliefen, so konnte auch für Architrav und Fries nur ein schwächerer Ausdruck ihrer Bestimmung als Stütze für Fries, Gesims und Dach erforderlich und erlaubt sein; auch die Mauern tragen ja aus demselben Grunde der gleichförmigen Belastung nicht den Character der freistehenden Säule.

Der Architrav, welcher als der unterste Theil des Gebälkes tragend lastete, mufste Gewicht und Tüchtigkeit zugleich aussprechen; er ist daher glatt und viereckig, letzteres auch, um sicherer aufzuliegen; seine Höhe entspricht der Tragbarkeit des Steins, und seine Breite der der Säulen, doch so, dafs sie gewöhnlich dem untern Säulendurchmesser gleich ist. Man könnte denken, es wäre zweckmäfsiger gewesen, den Architrav nur so breit zu machen, als die Säule oben war; dadurch würde aber der Dorische Styl einen ganz anderen Character erhalten haben, wie aus Folgendem hervorgeht. Die Bildung des Capitäls war auf eine gewichtige und etwas über die Säulenstämme vortretende Last berechnet, denn wozu hätte sonst die starke Ausladung der Platte und deren kräftige Unterstützung dienen sollen? Ein mit der obern Säulenstärke bündiger Architrav mufste ein wenig ausladendes, leichtes Capitäl, etwa wie an den Stirnpfeilern, für die Säule zur Folge haben, und dieses wieder eine leichtere schlankere Gestalt des Stammes; kurz das Ganze würde eine Leichtigkeit gezeigt haben, die mit dem Ernste des Dorischen Styls sehr contrastirte. Das vollkommne, unzerstörbare Gleichgewicht, welches man im Dorischen Style darstellen wollte, machte ein gehöriges Gewicht des Ganzen nöthig; es mufste gezeigt werden, dafs selbst starke äufsere Kräfte das Gleichgewicht nicht aufheben würden. In der Form der Dorischen Säulen oder Stützen spricht sich eine grofse Kraftfülle aus, welche nach oben zu durch die Verjüngung gewissermafsen zusammengedrängt und verstärkt sich im Capitäle auf das Vollkommenste entfaltet; darum aber mufste auch die Last überall ihre Gewichtigkeit zeigen, wegen welcher jene starke Stützen

erforderlich waren; wir werden sehen, daſs dieses bei allen Details des Gebälks berücksichtigt ist.

Oben begrenzt den Architrav ein einfaches Plättchen, um ihn vom Fries abzusondern, und diesem ein festeres Auflager *) zu verschaffen. Auf die Tropfenleisten werden wir später zurückkommen.

Der Fries, dessen Erklärung wohl die meiste Schwierigkeit finden möchte, soll nach Hübsch (S. 70.) entstanden sein, um die Höhe zu vermehren; er scheint dies so zu verstehen, daſs man die lichte Höhe unter dem Architrave gegen die der Halle vermindern wollte, um die Sonnenstrahlen und den Regen besser abzuhalten; dieser Gewinn, eigentlich nicht einmal ein reeller, scheint aber überhaupt zu unbedeutend zu sein, wenigstens war er auf andere Weise leichter erreichbar. Vielleicht führt die Ausnahme am Pandrosium **) und die Vergleichung derjenigen Ruinen, welche nur noch aus Säulen und Architrav bestehen ***), auf einen triftigern Grund. Jenes hatte statt der Säulen Caryatiden; es war daher, wenn diese Unterstützungs-Art nicht völlig ungereimt sein sollte, eine auſsergewöhnliche Leichtigkeit der Last oder des Gebälkes erforderlich; jene Ruinen, wenn sie sich auch noch Jahrhunderte so erhalten können, haben doch eine weit geringere Stabilität, als wo noch die Belastung vollständig war; und weit über die Wirklichkeit hinaus empfindet das Gefühl diesen Mangel; jeder Windstoſs macht den Beschauer ihren Umsturz fürchten. Daſs zwischen Last und Stütze ein gewisses Verhältniſs sein müsse, und daſs die Säulen, auch wenn sie selbstständig sind, doch desto fester stehen, je mehr sie bis zu einem gewissen Puncte belastet werden, das wuſsten die Griechen recht gut, und noch eher fühlten sie gewiſs die Nothwendigkeit des ästhetischen Scheins dieses wirklichen Bedürfnisses. Freilich hätte man zu demselben Zwecke nur dem Architrave eine gröſsere Höhe zu geben brauchen; allein dies Mittel, obgleich es ein einfacheres zu sein scheint, wäre in der That gesuchter gewesen; denn wozu so ungeheure Steine (vorausgesetzt daſs sie auch leicht herbeizuschaffen waren), wo kleinere vollkommen genügten? Man hätte dadurch den Schein erregt, als wäre eine so groſse Höhe deshalb nothwendig, damit die Architravsteine nicht brechen könnten.

---

*) Versteht sich, mehr scheinbar als wirklich, wie an vielen andern Orten.

**) Daſs dieses Gebäude ein Jonisches war, ist hier wohl ziemlich gleichgültig.

***) Z. B. die Tempelruine zu Corinth.

Die Triglyphen zeigen sich als feste Klötze, die vorzugsweise zu tragen scheinen, während die vertieft liegenden Metopen nur zum Ausfüllen dienen. So ist es bekanntlich *) rücksichtlich der äufsern Seite des Gebälks (mit wenigen, noch dazu nicht hierher gehörigen Ausnahmen) auch wirklich; die innere Seite aber besteht aus einer ununterbrochenen Quaderreihe, so daſs zwischen dieser und den äufsern Metopenplatten ein hohler Raum sich befindet, welcher indeſs zu unbedeutend ist, um die Absicht einer Erleichterung der Last als einzige Ursache dieser Construction mit Grunde voraussetzen zu können, zumal da die Last auf der innern Seite nicht vermindert ist.

Wären die Decken alle so construirt gewesen, als über der vordern Halle der Propyläen zu Eleusis und über den beiden schmalen Säulengängen am Tempel der Nemesis zu Rhamnus, so wäre der Zweck der Triglyphen klar; denn hier liegt, bei dem ersten Gebäude in der einen Giebelfront, bei dem zweiten in beiden Längenfronten, über jedem Triglyphen ein Balkenkopf; natürlich bedurften die Deckenbalken einer vorzugsweisen Unterstützung; dies und zugleich ihre Lage wollte man äufserlich, wo die Balken nicht gesehen wurden, bezeichnen. Aber diese Übereinstimmung findet sich bei den wenigen Überbleibseln von Decken nicht überall; selbst in den andern Fronten der angeführten Beispiele liegen die Deckenbalken anders, und dennoch ist die Triglyphen-Eintheilung hier und bei allen anderen Dorischen Gebäuden gleichmäſsig herumgeführt **). Wollten wir uns mit der Annahme begnügen, daſs diese Anordnung des Frieses, welche freilich nicht wohl unregelmäſsig werden konnte, nur als eine allgemeine Andeutung der Balken, ohne Rücksicht auf ihre jedesmalige Lage, beibehalten wäre, so leugneten wir damit zugleich in diesem Stücke den klassischen Werth der Griechischen Architectur. Ja es läſst sich noch bei den oben angeführten Beispielen einwenden, daſs die Balken nur auf den hintern Quadern des Frieses und nicht auf den Triglyphklötzen der vordern Seite selbst aufliegen, die Darstellung also streng genommen ein leerer Schein genannt werden könne.

---

*) Siehe besonders Hübsch über Gr. Arch. S. 8.

**) Das choragische Monument des Thrasyllus ist aus dem Felsen gehauen, wo natürlich die Darstellung einer Construction, welche nicht vorhanden war, fehlen muſste; es ist überdies, wie alle andere glatten oder willkürlich verzierten Friese, aus spätern Zeiten.

Angenommen, dafs die Triglyphen auf eine solche Weise in einem einzelnen Falle entstanden sind, so konnte man auch wohl noch eine Bedeutung in ihnen finden, welche ihre allgemeine Anwendung aus andern Gründen veranlafste und rechtfertigte. Ein langer, zumal überhängender Körper, wie das Gesims, scheint fester zu liegen, wenn er, statt in allen, nur in einzelnen, hinlänglich nahen Puncten unterstützt wird; zweitens war es nicht gleichgültig, auf welche Stellen des Architravs die bedeutende Last von Decke, Dach und Gesims vertheilt wurde, und man konnte die Gröfse der Last nicht schöner darstellen, als wenn man die Sorgfalt zeigte, mit welcher man sie unterstützte.

Gegen den ersten Grund läfst sich einwenden, dafs er gesucht, und auch nur dann wahr ist, wenn der unterstützte Körper als aus Einer ungetrennten Masse bestehend betrachtet werden kann. Dies ist nun zwar nach dem, was oben über die Bedeutung der engen Fugen gesagt worden, in ästhetischer Beziehung in so fern der Fall, als man die Stofsfugen der Gesimse von unten nicht sehen konnte; dessenungeachtet scheint mir die zweite Vermuthung wahrscheinlicher.

Dafs man eine zweckmäfsige Vertheilung der Last, oder vielmehr die Versinnlichung einer solchen vor Augen hatte, darüber läfst die Stellung der Triglyphen wohl keinen Zweifel. Es steht immer ein Triglyph über jeder Säule, und zwischen zwei benachbarten Säulen jedesmal noch einer in der Mitte; die wenigen Ausnahmen, wo die mittlere Säulenweite drei Metopen zählt, sind immer örtlich begründet, wie bei den Propyläen. Zuerst versuchte man wohl die ganze Last unmittelbar auf die Säulen zu concentriren; dabei war aber zu bedenken, dafs das nur dünne Gesims, welches doch die Last des Daches und der Decke repräsentirte, hinlänglich oft, also jeden Falls öfter als der höhere Architrav unterstützt werden mufste; so stellte man eine zweite Reihe solcher Klötze auf die Mitte jedes Architravsteins, als die nun wieder günstigsten Puncte; noch immer scheint dabei auf die von den Säulen unmittelbar unterstützten Enden der einzelnen Architravsteine ein ungleich gröfserer Theil der ganzen Last concentrirt zu sein, als bei einem glatten, also überall gleichmäfsig belasteten und belastet scheinenden Friese. Hieraus sehen wir, warum der glatte Jonische Fries, obgleich im Allgemeinen die mehre Leichtigkeit von der verminderten Masse im Verhältnifs zur Form abhängt, und der Dorische Fries hohle Räume hinter den Metopen hat, die sich auch äufserlich errathen

lassen, dennoch, zwar nicht an und für sich, aber in der Verbindung mit dem Ganzen leichter scheint; die sorgfältige Vertheilung der Last erregt gerade die Vorstellung ihrer bedeutenden Gröfse.

Dafs die beiden äufsersten Triglyphen in allen vier Fronten von der Mitte der Säulen auf die Ecken hinausgerückt werden mufsten, war ihrer Bedeutung nach nothwendig, weil die Ecken des Gesimses vorzugsweise der Unterstützung bedurften. Deshalb trug man auch kein Bedenken, die Säulenweiten an den Ecken, dieses Umstandes wegen, ansehnlich zu vermindern. Man hätte leicht die fehlende Länge dadurch ersetzen oder doch vermitteln können, dafs man die Metopen etwas breiter gemacht hätte, aber man that nicht selten das Gegentheil, indem man, wie am Parthenon, die beiden letzten Metopen sogar noch schmäler machte als die übrigen, obgleich schon die Ecksäulen an diesem Gebäude 2 Zoll stärker sind; beides um die sorgfältige Unterstützung der Ecken zu zeigen. Die zwischen die Triglyphen eingeschobenen Metopenplatten verbinden sie zu einem Ganzen, halten sie in lothrechter Stellung, schützen auch gegen das Eindringen des Regens; deshalb liefs man die Metopenfelder nicht ganz offen, was vielleicht anfänglich geschehen ist.

Ich mufs hier noch einem nicht ganz ungegründeten Einwande begegnen, welcher gegen die zuletzt geäufserte Bedeutung der Triglyphen erhoben werden kann. Sie findet nemlich offenbar nur bei einer Unterstützung durch Säulen Anwendung, nicht aber bei dem Gebälke über einer fortlaufenden Mauer, wo die gleichmäfsige Vertheilung der Last mehr als die Concentrirung derselben auf einzelne Puncte eine Bedingung sein mufste; die Triglyphen in den Längenfronten eines Tempels In-Antis und eines Prostylos werden durch sie nicht erklärt. Aber ist es denn mit dem Architrave, dessen Bedeutung doch nicht bezweifelt werden kann, anders? Das ganze Gebälk ist unstreitig erst mit der Säule entstanden und für sie berechnet; so lange man nur Mauern kannte, machte man gewifs weder Architrav noch Fries, sondern nur das Gesims; dasselbe läfst sich auch von allen denjenigen spätern Gebäuden annehmen, bei denen gar keine Säulen vorhanden waren. Anders dagegen ist es mit den Gebäuden, wo eine oder beide Giebelfronten Säulenstellungen hatten, die andern Seiten aber durch Mauern gebildet wurden. Zwar wissen wir nicht mit Bestimmtheit, ob in den Zeiten vor Perikles das volle Gebälk auch über die Mauern fortlief; bei den Gebäuden, die wir kennen gelernt haben, scheint

es indessen der Fall gewesen zu sein *). Allerdings befremdet uns dieser Verstofs gegen die sonstige Nüchternheit; indefs läfst sich doch zur Entschuldigung desselben sagen, dafs eine Ungleichförmigkeit in der Darstellung der Last das vollkommene Gleichgewicht etwas zu stören schien. Man hatte sich, seitdem die Peripteros häufig gebaut wurden, an die harmonische, das vollkommenste Gleichgewicht darstellende Gleichförmigkeit aller Fronten gewöhnt und benutzte nun jede anderweitige Bedeutung, welche man den Triglyphen abgewinnen konnte, etwa die oben zuerst angegebene (ich meine die Andeutung der Balken und die bessere Unterstützung des Gesimses), um auch bei solchen Gebäuden, deren äufserer Umfang zum Theil aus Mauern bestand, den Fries dennoch um das ganze Gebäude herumführen zu dürfen. Der Architrav ward nun von selbst nothwendig, denn er mufste die durch die Triglyphen auf einzelne Puncte concentrirte Last wieder auf die Mauer gleichförmig vertheilen. Es ist übrigens nicht aufser Acht zu lassen, dafs solche Mauern, welche nicht als Fortsetzung der Säulenstellungen im äufseren Umfange lagen, wie die Cella-Mauern eines Peripteros, nie den Triglyphen-Fries haben; dieser Umstand scheint anzudeuten, dafs die Griechen das Unpassende dieser Zusammenstellung, welches auch wirklich auf den ersten Blick auffällt, einsahen, und sie nur da anwendeten, wo andere Rücksichten es zu erfördern schienen.

Die innere Seite des Frieses bei einer Säulenstellung, und eben so der Fries der gegenüberliegenden Cella-Mauer im Innern des Säulenganges besteht aus einer glatten Quaderreihe **); denn es fielen hier alle jene Gründe fort, welche oben für die Triglyphen auseinandergesetzt sind; es bedurfte keiner Andeutung der Balken, weil man diese selbst sah; ein Hauptgesims, das eine stellenweise Unterstützung wünschenswerth gemacht hätte, war nicht vorhanden, und von der Gröfse der Last, welche Decke und Dach verursachten, gab die blofse Unter-Ansicht der Decke keine Vorstellung, man brauchte also auch nicht die sorgfältige Vertheilung derselben auf die zum Tragen geeignetesten Puncte des Architravs anzudeu-

---

*) Obgleich ich nirgend ausdrücklich gefunden zu haben glaube, dafs bei den Propyläen oder sonst wo eine vollständig erhaltene Mauer mit dem vollen Dorischen Gebälke gesehen worden sei, so wage ich doch die Vermuthung nicht, dafs vielleicht über den Mauern der Seitenfronten Architrav und Fries nicht durchgeführt gewesen sind. Freilich hat man auch erst vor Kurzem entdeckt, dafs der Rinnleisten des Gesimses nicht über die Seitenfronten fortlief.

**) Von den Sculpturen ist hier noch nicht die Rede.

ten. Dazu kam noch, daſs der Natur der Sache nach das Innere gröſsere Zierlichkeit als das Äuſsere zeigen muſste, welchem der schwere Triglyphen-Fries wenig entsprochen haben würde.

Die drei Einschnitte oder Schlitze in den Triglyphen scheinen Rinnen zu sein, welche an diesen vortretenden Steinen zur Beförderung des Wasser-Abflusses wenigstens nicht ungereimt sind; zugleich aber haben sie einen ästhetisch wichtigern Zweck. Glatt durften die kurzen und breiten Friesklötze nicht bleiben, wenn sie nicht gegen die stärker belasteten und dennoch weit schlankern Säulen unförmlich sein sollten; es kam darauf an, sie scheinbar zu erleichtern, ohne doch dadurch den Ausdruck ihrer Bestimmung des Tragens zu verlieren. Man mochte wohl an den auf anderem Wege erfundenen Säulen-Canneluren gelegentlich wahrgenommen haben, daſs diese schmalen, gerade hinaufgehenden Vertiefungen die Säulen erleichterten, ohne ihre Tragkraft zu vermindern; diese Erfahrung brauchte man nur anzuwenden auf die Triglyphen, und dies geschah mit Griechischer Zartheit und Nüchternheit; ein unmittelbarer Versuch zur Vereinigung zweier auf den ersten Blick entgegengesetzt scheinender Bedingungen möchte schwerlich ein so gelungenes Resultat herbeigeführt haben. Man sonderte die Einschnitte durch Zwischenräume von einander ab, um die reine Oberfläche des Triglyphen sichtbar zu machen. Aus demselben einfachen Grunde, weshalb die Canneluren an den runden Säulen rundlich ausgehöhlt wurden, erhielten die Einschnitte in den geradflächigen Triglyphen ein eckiges Profil; gleichwohl wurden sie oben nicht eckig, sondern rund geschlossen, damit ja diese kleinen Nischen das Tragvermögen nicht schwächen möchten; denn wenn gleich die Griechen das Gewölbe nicht kannten, oder doch nicht anwendeten, so wuſsten sie doch, daſs eine runde ausgehöhlte Felsendecke mehr zu tragen vermag, als eine gerade. Es mag der Versuch, solche der Gröſse nach höchst unbedeutende Details zu deuten, kleinlich scheinen, allein man erinnere sich nur der gerade geschlossenen Dreischlitze an spätern Gebäuden, wo diese einzige kleine Veränderung die Triglyphen zu vorgeblendeten Tafeln macht, wenn auch nicht zum Überfluſs die Köpfe der Nägel abgebildet sind, womit sie angeheftet scheinen sollten. Es ist schon einmal erinnert, wie die frühe Feststellung und lange Festhaltung der Hauptformen eine um so feinere Ausbildung der Details gestattete und verursachte; und wenn auch die Griechen bei ihren Kunstschöpfungen mehr fühlten als dachten, leichter

das Schickliche trafen als nachzuweisen vermochten, so ziemt es doch uns, die wir nicht Griechen sind, nicht schaffen, sondern nur die Bedeutung des Vorhandenen hinterher aufsuchen wollen, dem Eindrucke, welchen die Griechischen Kunstwerke auf unser Gefühl machen, weiter nachzuspüren.

Wir haben noch des Bändchens zu erwähnen, welches den Fries oben begrenzt; es tritt nur wenig vor und hat dabei eine ziemliche Breite oder Höhe offenbar in Übereinstimmung mit dem Gewicht und der bedeutenden Ausladung des Gesimses. Dieses Bändchen ist über den Triglyphen breiter als über den Metopen, und bezeichnet also ebenfalls die erstern als diejenigen Theile des Frieses, welche am meisten zu tragen haben. Dasselbe bestätigen endlich noch die Sculpturen, womit die Metopen häufig geschmückt sind; denn wir finden in den bessern Zeiten nirgend Bildwerke an solchen Gebäudetheilen angebracht, welche starke Lasten zu tragen haben.

Das Gesims ist der zur Abhaltung des Regens vortretende Rand des Daches; es zeigt sich, als eine einfache Platte von mäfsiger Dicke, deren untere Ansicht mit der Dachfläche parallel läuft, und deshalb in den Längenfronten, nicht aber längs den schrägen Seiten der Giebel vorn überhängt; oben ist diese Platte mit einer kleinen Gliederung gekrönt, welche den Dachziegeln zum Auflager dient; seltener und wohl nicht im völligen Einklange mit der beabsichtigten Darstellung des Gewichtes ist sie mit einem Untergesimse unterstützt. Wir beschränken uns zunächst auf die Gesimse der Längenfronten.

Die Tropfen können unmöglich Nägel, noch Wassertropfen vorstellen sollen; dem Erstern widerspricht Form und Material, und im zweiten Falle müfsten sie lediglich längs der vordern Kante der Platte angereihet sein, wo allein Wasser abtröpfeln konnte, so lange die Unterfläche des Gesimses noch glatt war; wie sollten auch die Griechen dazu kommen, etwas Fremdartiges, noch dazu dem Gebäude Feindliches als Zierde nachzubilden? Das schnelle Abtröpfeln selbst sollten vielmehr diese herunterhängenden kleinen Erhöhungen befördern, und vielleicht noch mehr diesen Zweck ästhetisch darstellen. Zwar ist dicht am Rande der Platte eine Wassernase eingehauen, allein man fand, dafs dieselbe, weil sie nicht grofs und daher genugsam bemerkbar werden konnte, ihren Zweck nicht deutlich genug aussprach, und auch nicht vollkommen er-

reichte, indem immer noch durch Adhäsion sich Feuchtigkeit längs der Gesimsplatte nach dem Gebäude hinzog; darum besetzte man die Soffite mit mehreren Reihen kleiner conischer Zapfen, um überall die feinen Wassertheilchen in Tropfen zu sammeln und abzuleiten. Aus demselben Grunde sind unter den vortretenden Triglyphen eben solche Tropfen unter einem Leistchen vereinigt, am Architrave angebracht, wo sie ebenfalls mehr ästhetisch als physisch nützen.

Die Mutulen mögen hauptsächtlich denselben Zweck wie jene Leistchen am Architrav haben; sie bilden einzelne Tropfenfelder; es würde nicht allein unleidlich einförmig ausgesehen haben, wenn das ganze Gesims mit kleinen Tropfen gleichmäfsig besetzt gewesen wäre: es war auch dem Zwecke ganz angemessen, flache Körper aus dem Gesimse vortreten zu lassen, die nahe genug stehen, um das Wasser zu adhäriren, und nachdem es sich gesammelt hat, den Tropfen zuzuleiten. Zugleich stehen die Mutulen in einem harmonischen Zusammenhange mit den Triglyphen, zu denen sie dieselbe Stellung einnehmen, wie diese zu den Säulen; und so wie die Triglyphen die Last auf die günstigsten Puncte des Architravs leiten, so bezeichnen umgekehrt die nicht stützenden, sondern herunterhängenden Mutulen die der Unterstützung am meisten bedürftigen Stellen des Gesimses. Im Allgemeinen giebt auch das weit ausladende und überhängende, mit den herunterhängenden Mutulen und Tropfen beschwerte Gesims, dem Dorischen Character gemäfs, ein Bild des Gewichts, womit Decke und Dach den Fries belasten.

An den schrägen Giebel-Gesimsen fehlen die Mutulen und Tropfen, und die Platte oder der Kranzleisten hängt nicht vorn über, alles, weil hier die Gründe wegfielen, aus welchen diese Theile an den wagerechten Gesimsen angebracht waren. Eine Dachtraufe, mithin ein starker Wasserzuflufs, ist nicht vorhanden, überdies würde die Neigung der Gesimse nach ihrer Länge das Abtröpfeln verhindert haben; das Vorstehen des Daches ferner gab hier der Platte eine nicht nach vorn überhängende Unter-Ansicht, wenn diese mit der Dachfläche parallel sein sollte, und endlich konnte auch eine so grofse Last nicht angedeutet werden, als in den Längenfronten, weil nur das Dach, nicht aber die schwerere Decke zu repräsentiren war. Dagegen schien es hier zweckmäfsig, der Dachfläche einen vorstehenden oder umgebogenen Rand zu geben, um alles Wasser zum Abflufs nach der Traufe hin zusammenzuhalten, und die Gie-

belseite, wo der Haupt-Eingang war, zu schützen. Diesen Zweck gewährt der Rinnleisten, welcher oben auf der Platte liegt, und durch sein Profil deutlich seine Bestimmung ausspricht. Um auch die Wassertheilchen, welche sich durch Adhäsion dem Gesimse dennoch mittheilten, abzuleiten, ist die Platte mit einer starken Wasserkrinne unterschnitten, an deren vorderer herunterhängender Kante sich das Wasser nach beiden Seiten hin hinunterzieht. Gegen das Ende der Blüthenzeit führte man häufig den Rinnleisten auch auf den wagerechten Längengesimsen fort, und brachte Ausgufsköpfe an, welche das in der Rinne gesammelte Wasser durchliefsen, aber dieser Gebrauch war nicht gut; die Rinnen hinderten den freien Wasser-Abflufs, und die Bedeutung der Mutulen und Tropfen, welche man doch nicht fehlen liefs, ging in der Hauptsache verloren. Das Giebelfeld, welches wenig zu tragen hatte, und deshalb nur einer geringen Stärke bedurfte, tritt gegen die Fläche des Frieses bedeutend zurück; daraus folgte eine starke Ausladung der darauf liegenden Gesimse, und hier ist das aus einem wellenförmigen Hauptgliede bestehende Untergesims, welches nie fehlt, als Unterstützung ganz an seiner Stelle.

Die gegen den Horizont geneigte Lage der Giebelgesimse giebt ihnen das Bestreben, nach den Seiten hin abzugleiten. In der Wirklichkeit war freilich die blofse Friction zum Festhalten der Steine hinlänglich; dies konnte jedoch nicht ästhetisch aufgefafst werden, und wenn dieses Streben nicht vollkommen auch für das Gefühl aufgehoben wurde, so war es um das Gleichgewicht, um den antiken Character geschehen. Die altdeutsche Baukunst bedient sich in einem ähnlichen Falle der Strebepfeiler, die sich den sehr steil liegenden Giebelgesimsen entgegenstellen, und so das Niederstreben derselben, streng in dem Geiste unserer vaterländischen Kunst, in das beabsichtigte Emporstreben verwandeln. Ein so gewaltsames Mittel, welches auch die flache Lage unnöthig machte, durften die Griechen nicht anwenden; kein Kampf durfte sichtbar werden, und jenes Streben mufste nicht besiegt, sondern aufgehoben werden. Dieses nun leisten vollkommen die wagerechten Giebelgesimse, indem sie die Ecken der schrägen Gesimse unterstützen und zu einem Dreieck verbinden. Freilich wäre hierzu die blofse Platte hinreichend gewesen; aber bei der Gleichheit des übrigen Gebälkes in den Giebel- und Längenfronten war auch den Gesimsen eine ganz gleiche Gestaltung zu wünschen, und so schien es hierzu als Veranlassung genügend,

dafs doch wenigstens ein Theil der Gründe, welche das Überhängen, die Mutulen und Tropfen in den Längenfronten veranlafst hatten, nemlich die Beziehung zu den Triglyphen, die Versinnlichung der Last der Decke und der wenige Regen, der noch trotz der obern Gesimse auffiel, auch hier geltend gemacht werden konnte. Den Rinnleisten, welcher hier bedeutungslos gewesen wäre, liefs man auf den wagerechten Giebelgesimsen auch da weg, wo er an den langen Seiten des Gebäudes angebracht wurde.

3) Der Jonische Styl.

Der heitere Geist der Griechen, namentlich derer vom Jonischen Stamme, mufste in dem milden, üppigen Klein-Asien eine Lebendigkeit und Beweglichkeit erhalten, welche den angebornen Kunstsinn zur schnellern Ausbildung emportrieb, gleichzeitig aber seine Richtung auf eine Weise veränderte, die der Musik und Poësie, als den in der Zeit wirkenden Künsten, günstiger war, als der Plastik und Baukunst, welche ihre Kunstschöpfungen in Raume entfalten. Darum war Jonien das Vaterland Homers, und zwar zu einer Zeit, wo die Baukunst noch wenig ausgebildet gewesen zu sein scheint; darum auch zeigt der Jonische Baustyl mehr poetische und malerische als architectonische Schönheit, und steht deshalb dem einfachern und würdevollern Dorischen Style bedeutend im Werthe nach.

Es ist gewifs, dafs der Jonische Styl erst spät und in den Jonischen Colonien Klein-Asiens, nicht im eigentlichen Griechenlande entstanden ist*). Die Jonier brachten natürlich die alte Bauart des Mutterlandes in das neue Land mit, wahrscheinlich in einem Zustande, wo bereits ihre Bestandtheile, weniger aber noch ihre Formen festgestellt wa-

*) Hübsch (über Griech. Arch. S. 4.) spricht dieselbe Meinung bestimmt aus, scheint auch dieselben Gründe dafür zu haben. Auch Vitruv (B. IV. Cap. I.) und mit ihm Plinius spricht den Asiatischen Joniern die Erfindung des Jonischen Styls zu, indem er dem Dianen-Tempel zu Ephesus als das erste Jonische Gebäude bezeichnet. Dagegen erwähnt Pausanias (VI, 19.) einer Jonischen Abtheilung im Schatzhause der Sicyonen zu Olympia aus der 33sten Olympiade. Hirt (Gesch. d. Baukunst Th. I. S. 229.) findet seine Nachricht unwahrscheinlich und hält diese Kammer für später, indem er sich auf jenen, um die 58ste Olympiade errichteten Dianen-Tempel bezieht: eine Annahme, welche dadurch zweifelhaft wird, dafs Pausanias ausdrücklich einer Inschrift erwähnt, welche die Zeit der Anfertigung bestätigt. Stieglitz (Gesch. d. Bauk. S. 227.) führt ebenfalls diese Stelle des Pausanias an, und findet es nach derselben nicht unwahrscheinlich, dafs der Jonische Styl in Europa entstanden sei. Zuvörderst ist zu bemerken, dafs diese Schatzhäuser auf der Mauer standen und von Pausanias (nach der Goldhagenschen Übersetzung) selbst nur „eine Art kleiner Häuser" genannt werden, und dafs der Ausbau von Erz

ren; denn alle uns bekannt gewordenen Jonischen Tempel zeigen nicht allein dieselben Hauptformen, sondern auch ganz gleiche Bestandtheile mit den Dorischen Tempeln. Wenn Hübsch (S. 5.) vermuthet, dafs in frühern Zeiten die beiden Style einander ungleicher gewesen sind, so möchte ich im Gegentheil annehmen, dafs gerade im Anfang die Jonier ganz Dorisch bauten. Bald aber contrastirte die strenge Einfachheit, der Ernst und die vollkommene Ruhe (Eigenschaften, die früher noch schärfer hervortraten, bevor sie durch die später sich entwickelnde Grazie gemildert wurden) mit dem neu hinzugekommenen Elemente des Jonisch-Griechischen Characters; so mufste dann in der Phantasie der Künstler ein Bestreben entstehen, auch in der Baukunst jene lebendige Beweglichkeit auszudrücken, die zwar schon im Mutterlande den Jonischen Namen vor dem Dorischen auszeichnete, aber erst in Klein-Asien ihre volle, auf Leben und Kunst einflufsreiche Entwicklung fand. Da mochte sich der bekannte Zufall ereignen, dafs eine auf den Abacus unter dem Architrave beim Versetzen gelegte Baumrinde in Folge des Drucks und vermöge ihrer Elasticität sich an den Seiten umbog, und nun war das Princip des neuen Styls gefunden. Man mufs gestehen, dafs die Aufgabe, den architectonischen Formen einen Schein von Bewegung zu geben, ohne den allgemeinen Griechischen Character, den Ausdruck des Gleichgewichts gänzlich zu vertilgen, gelöst ist, und zwar auf dem einzig möglichen Wege, der zugleich nicht zu weit aus den Grenzen der Baukunst hinausführt; wir sehen immer noch statisches Gleichgewicht; aber zugleich zeigen die nach den Gesetzen der Elasticität gebildeten Formen das Nachbild einer Bewegung, welche vor Eintritt des Beharrungszu-

---

war; hiernach läfst sich an kein förmliches Gebäude, und noch weniger an Bau-Constructionen denken. Nimmt man dazu, dafs Pausanias nicht als Kunstverständiger auftritt und in den Vorurtheilen seiner Zeit befangen war, so wird man sich leicht zu der Annahme berechtigt halten dürfen, dafs hier nur von willkürlichen, kaum zur Architectur zu rechnenden Formen die Rede ist, welche schon der durch das Material veranlafsten Leichtigkeit wegen zufällig dem Jonischen Style ähnlicher waren als dem Dorischen. Anderseits ist es auch sehr wahrscheinlich, dafs der Dianen-Tempel höchstens zuerst den völlig ausgebildeten Jonischen Styl zeigte, dafs aber bereits früher mancherlei Versuche zur Begründung des neuen Styls vorangegangen waren, die sich leicht bis vor die 33ste Olympiade erstrecken können, und von denen bei jenem leichten Ausbau des Sicyonischen Schatzhauses eine Nachbildung nicht unerlaubt schien.

Ich habe versucht, die Entstehung dieses Baustyls in Jonien mit solchen Gründen zu unterstützen, welche aus den allgemeinen Verhältnissen des Landes und Volkes folgen, denn die Bezugnahme auf einzelne Nachrichten ist immer mifslich.

standes Statt gefunden zu haben scheint. Eine so seltsame Erscheinung, wie diese den Umständen nach gelungene Vereinigung entgegengesetzter Eigenschaften, läſst sich nur dadurch erklären, daſs bei dem Übergange aus dem Dorischen in den Jonischen Styl die Elemente nicht sowohl gänzlich verändert wurden, als nur in ein anderes gegenseitiges Verhältniſs traten, weil sich die Ursachen, welche den neuen Styl hervorriefen, im Grunde darauf zurückführen lassen, daſs die Grazie schärfer hervortrat, als es in der Baukunst eigentlich erlaubt war, und daſs sie aus der Zartheit des Ausdrucks gewisssermaſsen in Reiz der Bewegung überging *). Daſs im Jonischen Style zwischen Form und Material, zwischen Zweck und Mittel, zwischen dem Einzelnen und Ganzen nicht die vollkommene Harmonie sich zeigt, wie bei den Gebäuden der Dorier, kann uns nicht befremden; im Gegentheil ist die Feinheit zu bewundern, mit welcher man diese Disharmonie zu verstecken und dadurch aufzulösen wuſste, daſs man da, wo ein greller Widerspruch hervorgetreten sein würde, absichtlich groſse Deutlichkeit vermied.

Das Prinzip des Jonischen Styls ist also Elasticität, und die Bildung des Ganzen ist vom Säulencapitäle, und zwar von den Schnecken oder Polstern ausgegangen; denn hier ist die Elasticität am schärfsten ausgedrückt. In den Fronten des Capitäls zeigt sich die Kante einer elastischen, auf beiden Seiten spiralförmig aufgewundenen und an den Augen, als an zwei Axen, mit ihren Enden befestigten Fläche; in den Seiten-Ansichten des Capitäls sieht man die Fläche selbst aufgerollt, und durch Bänder in der Mitte zusammengezogen und an die Säule befestigt. Diese ganze Vorrichtung, oder der Körper, welcher die Schnecke umschlieſst, ruhet auf dem mit einem Eierstabe verzierten Echinus; oben darauf liegt eine vierseitige leichte Platte, welche den Architrav aufnimmt, und mit ihm durch die Federkraft getragen zu werden scheint **). So gern man auch bei dem Widerspruche, in den hier Form und Material tritt, diese Bedeutung unwahr finden möchte, so springt sie doch zu deutlich hervor, und wir werden dieselbe Grundidee auch bei allen andern Formen durchgeführt finden.

---

*) Schon am Dorischen Echinus bemerken wir einen ähnlichen Versuch, aber so leise angedeutet, daſs er nicht störend auffällt.

**) Stieglitz (Gesch. d. Bauk. S. 223. 4.) spricht rücksichtlich der Bildung der Capitäle ziemlich gleiche Ansichten aus.

Bei der Bildung der Eckcapitäle stofsen wir auf eine kaum zu entschuldigende Willkühr, die sogar einen Widerspruch der Form mit ihrem Zwecke erzeugte. Um eine unbegründete Gleichförmigkeit zu erzwingen, machte man in zwei aneinanderstofsenden Fronten die Kanten der elastischen Fläche sichtbar, drehete, um den nöthigen Platz für sie zu gewinnen, die beiden gegeneinander laufenden Schnecken heraus, und liefs nun auch die Polster hinten unregelmäfsig zusammenstofsen; man müfste sich zwei, ziemlich dreieckige elastische Flächen denken, die in der Gierung zusammenstofsen, welche aber doch, sich selbst überlassen, nie diese Form bilden könnten. Im Dorischen Style veranlafste die Triglyphen-Eintheilung auch eine kleine Unregelmäfsigkeit an den Ecken; aber man dachte nicht daran, der gleichmäfsigen Säulen-Entfernung die Bedeutung der Triglyphen aufzuopfern; erst in spätern Zeiten wurde dies gebräuchlich. Es fragt sich, ob es auch beim Jonischen Style nicht zweckmäfsiger gewesen wäre, den Eckcapitälen, wie allen andern, ein Polster in den Seitenfronten zu geben, mindestens bei einem Prostylos, wo in den Seitenfronten keine Säulen weiter standen.

Auch der Stamm der Säule sollte Elasticität zeigen, um den Druck der Belastung allmälig zu schwächen und das Capitäl zu erleichtern; man gab ihm daher eine zwar sanfte, aber doch bemerkbare Schwellung, als ob er sich unter der Last etwas gebogen hätte, bis die elastische Kraft stark genug geworden, dem Drucke zu widerstehen. Um eine solche Wirkung möglich zu finden, mufste man sich den Stamm als aus mehreren lothrechten Streifen zusammengesetzt vorstellen können; deshalb sind die Stege breit und die Canneluren, welche übrigens denselben Hauptzweck, als bei der Dorischen Säule haben, tiefer eingeschnitten. Ein solches Bündel elastischer Stäbe bedurfte an den Enden des Zusammenhaltes. Wie nun diesen oben der Eierstab oder Echinus dicht unter dem Capitäle gewährt, so umfafst den Stamm unten eine Base, die durch die vielen herum laufenden Streifen, in welche sie getheilt ist, ihre Bestimmung als Band deutlich anzeigt. Sie brachte nebenbei noch den Vortheil, durch Vergröfserung der Grundfläche einen festern Stand zu bewirken; jedoch war dies mehr mit der Attischen, als mit der eigentlichen Jonischen der Fall. Es scheint fast, als ob man sich des Widerspruchs, in den auch hier wieder die Form mit dem Materiale und dem Zwecke des sichern Tragens tritt, bewufst gewesen wäre, oder

doch ihm geahnet hätte; denn sonst liefse sich eine gröfsere Deutlichkeit erwarten, wie sie z. B. dadurch erreicht werden konnte, dafs man Rundstäbchen statt der Canneluren machte, welche die Rundung eben so gut bezeichneten und die Säule vollkommen als ein Bündel elastischer Stäbe dargestellt haben würden; eben so hätte man auch die Schwellung noch etwas stärker machen können, so lange nur der mittlere Durchmesser nicht völlig so grofs oder gar noch gröfser als der untere wurde; denn in diesem Falle hätte es freilich scheinen müssen, als ob die elastische Widerstands-Kraft von der Last besiegt worden wäre, und die Säulen zersprengt werden würden, wo denn die Form ihre Bedeutung verloren hätte.

Die Pfeiler konnten hier noch weniger als beim Dorischen Styl der Säule analog werden; was sollte die Elasticität bei den viereckigen Endpfeilern der Mauer? Zwar finden wir häufig Polstercapitäle auch bei den Pfeilern, aber sie sind in den bessern Zeiten stets nach einem ganz anderen Principe gebildet, als die der Säulen. Statt der aufgerollten Flächen liegt hier auf dem eckigen Pfeiler eine gerade Platte fest auf, und nur die an den Seiten scharfwinklig emporsteigenden Hörner biegen sich oben um, und zeigen sich elastisch. Dennoch möchte dies Verfahren nicht ganz zu billigen sein, denn immer wird hier die Last durch Federkraft getragen, während sie dicht dabei in den Mauern eine feste, nicht nachgebende Unterstützung findet.

Das Gebälk durfte an und für sich nicht elastisch scheinen. Abgesehen davon, dafs solches nur durch wellenförmig laufende Gliederungen zu bewirken gewesen wäre: so mufste auch die Last ein fester Körper sein, der dem Ganzen die nöthige Haltung gab, und dadurch den Grundcharacter der Griechischen Kunst rettete. Hätte man überall die Formen streng nach den Gesetzen der Elasticität gebildet, d. h. das Gebäude so dargestellt, als ob es durchweg aus elastischen Massen zusammengesetzt wäre, so würde nicht, wie man beabsichtigte, die Andeutung einer vor Eintritt des Gleichgewichts Statt gefundenen Bewegung sich ausgesprochen haben; jeder Windstofs hätte einen stets sich erneuernden Kampf um das Gleichgewicht fürchten lassen. Nur vermindert mufste die Last gegen das besser unterstützte Dorische Gebälk werden; auch diese Erleichterung durfte indefs nicht übertrieben werden, wenn der elastischen Kraft der Stützen das Gleichgewicht gehalten werden sollte.

Der Architrav mufste sich, weil er auf der niedrigen und leichten Capitälplatte unmittelbar aufliegt, besonders leicht zeigen; dies geschieht durch die wagerechten Streifen, in welche er getheilt ist, und durch die gefällig profilirte Gesims-Gliederung. Ein zweckmäfsigeres Mittel hätte man nicht finden können, als die vielen langen geraden und parallelen Linien, welche neben der Erleichterung, die sie scheinbar gewähren, auch noch deutlich zeigen, dafs das Gebälk nicht die mindeste schädliche Einwirkung von der elastischen Kraft der Stützen erleide.

Der Fries, den man vielleicht weggelassen haben würde, wenn er nicht als wesentlicher Bestandtheil bereits bekannt gewesen wäre, und wenn man sich nicht vor zu grofser Verminderung der Last gehütet hätte, blieb glatt; lothrechte Abtheilungen, welche die Last auf einzelne Puncte leiteten, würden hier ganz unpassend gewesen sein, da vielmehr die ganz gleichmäfsige Vertheilung der Last bei einer elastischen Unterstützung eine nothwendige Bedingung war.

Das Gesims tritt weniger über, und ist überhaupt leichter und zierlicher als das Dorische; die Platte durfte weder überhangen, noch mit Mutulen und Tropfen beschwert werden; im Gegentheil unterstützte man sie noch mit einigen wellenförmigen Gliedern und mit den darüber vortretenden Zahnschnitten. Vielleicht sollten die letztern zugleich, ähnlich den Dorischen Tropfen, das Wasser, welches sich trotz der tiefen Wassernase, mit der man die Platte unterschnitt, heranzog, abtropfen machen: ein Zweck, welcher nahe genug lag, und dadurch, dafs die Zahnschnitte eben wie die Tropfen am schrägen Giebelgesimse fehlen, bestätigt zu werden scheint, der aber freilich weit unvollkommner als beim Dorischen Gesimse erreicht wird. Es ist oben gesagt, dafs lothrechte Abtheilungen, wie die Triglyphen, für den Jonischen Styl nicht passen; die Zahnschnitte bilden freilich auch kleine Stützklötze, aber sie sind nicht allein zu klein und zu dicht aneinandergereihet, um die Last auf einzelne Puncte zu concentriren: auch ihre Stellung dicht unter dem Gesimse, also sehr entfernt von den elastischen Stützen, und die unter ihnen wieder durchlaufenden Glieder des Untergesimses, machen sie unschädlich. Es liegt vielmehr in dem gestreiften Architrave, dem ganz glatten Friese und dem mit Zahnschnitten gezierten Gesimse ein so harmonischer Übergang, wie ihn nur die Griechen erfinden konnten. Dafs an den noch vorhandenen Jonischen Gebäuden der Rinnleisten stets in den Längenfronten

fortläuft, kann vielleicht der Zeit ihrer Erbauung zugeschrieben werden, in welcher sich dieser Mifsbrauch auch schon an Dorischen Gebäuden zu zeigen anfing; indefs ist es auch möglich, dafs dies Verfahren zuerst bei Jonischen Gebäuden angewendet wurde, wo die Bedeutung der Mutulen und Tropfen dadurch nicht verloren ging, und überhaupt eine mannigfaltigere Form und recht viele wellenförmige Gliederungen willkommen sein mufsten.

Im Allgemeinen bleibt noch zu bemerken übrig, dafs die gröfsere Leichtigkeit, welche sich in den schlanken Verhältnissen und wellenförmigen Profilen ausspricht, nicht allein durch das Princip der Elasticität bedingt wurde, sondern auch unmittelbar in dem weichlicheren Character der Jonier begründet war. Eben so entsprangen die Arabesken, mit welchen die Jonischen Gebäude, jedoch in den bessern Zeiten ohne Überladung, geschmückt sind, aus der Asiatischen Üppigkeit, die sich dem Jonier schnell einpflanzte. Einer weitern Deduction bedürfen diese willkürlichen Verzierungen nicht, und schwerlich würde man sie geben können.

Bei einem allgemeinen Blicke auf die gegenseitige Verpflanzung beider Griechischen Baustyle finden wir es bestätigt, dafs die Colonien, auch die Klein-Asiatischen, dem Mutterlande den Preis in der Kunst nicht streitig machen konnten.

Die Dorischen Gebäude in Klein-Asien, namentlich in Jonien, zeigen alle mehr oder weniger Verfehltes, während der Jonische Baustyl erst in Athen zu einer in seinem Vaterlande ungekannten Vollkommenheit ausgebildet wurde *). Das Bestreben, ihn dem Dorischen näher zu bringen, welches dem kleinen Tempel am Ilyssus**) ein etwas zu schweres Gebälk gab, zeigt sich am spätern Erechtheo nur wenig, und fast nur da, wo dadurch der eigenthümliche Jonische Character nicht gefährdet werden konnte; vielmehr ist dieser an andern Stellen schärfer ausgeprägt, als selbst an den bedeutendsten und gepriesensten Bauwerken Joniens.

Die Schnecken des Capitäls sind sehr grofs und vielfach aufgewunden, der Canal ist geschweift, und wie die Windungen der Schnecken

---

*) Ob die Anwendung des Jonischen Styls im Mutterlande nicht ungünstig für die Kunst wirkte, werden wir weiter unten sehen.

**) Vielleicht und nach der gewöhnlichen Annahme das erste Jonische Gebäude im Europäischen Griechenland.

mit Rippen geziert, so daſs man die Kanten mehrerer in einander gewickelter elastischer Flächen zu sehen glaubt, — eine sehr wichtige Verbesserung, welche den gerügten Widerspruch zwischen Form, Masse und Zweck merklich verringert; denn nicht allein, daſs eine ungleich gröſsere Tragkraft dadurch ausgedrückt wird, daſs in dem geschweiften Canale die belastete elastische Linie reiner dargestellt ist: es fällt auch der breite glatte Zwischenraum weg, der sonst, zwischen den Windungen eingeklemmt, die Federkraft der elastischen Fläche sichtbar aufhebt. An den Seiten ist die doppelte Kelchform, und jeder Blätterschmuck, unter welchen sich sonst häufig die Polster verstecken, weggelassen; dagegen erscheint die elastische aufgerollte Fläche auf ihrer ganzen Länge häufig gebunden und zur Verstärkung der Federkraft in der Mitte sehr stark eingezogen. Dem Abacus fehlt das obere kleine Plättchen, er besteht bei gleicher Dicke nur aus Einem wellenförmigen profilirten Gliede, kann mithin dem Drucke besser widerstehen und harmonirt auch mehr mit dem ganzen Capitäle, an dem sich weiter keine eckige Form zeigt. Der Eierstab ist kleiner, und dafür dem Echinus noch ein gebänderter Wulst hinzugefügt, weil man fühlen mochte, daſs die leichte Last des Capitäls, die ohnehin mehr auf den Axen der Schnecken als auf dem Abacus zu ruhen scheint, weniger der Unterstützung, als der Schaft der Säule eines festen Bandes bedurfte.

Die Verminderung der Breite der Stege und der Tiefe der Canneluren, so wie die Hinzufügung des Halses scheinen eine Annäherung an den Dorischen Styl zu sein, indeſs verfuhr man auch hier mit vieler Umsicht; der Hals ist nicht mit den Fortsetzungen der Canneluren, sondern mit einer zwar willkürlichen, aber sehr geschmackvollen Arabeskenkante verziert; er ist ferner nicht durch einen Einschnitt, sondern mittelst eines vortretenden Plättchens vom Stamme abgesondert; denn der erstere würde die elastische Kraft gestört haben, während das letztere als ein umliegendes Bändchen sie noch zu verstärken scheint.

Die unförmliche Jonische Base, mit dem weit vortretenden oberen Gliede, ist mit der unnachahmlich schönen Attischen vertauscht, die dem Scheine des festesten Zusammenhaltens noch durch die Verbreiterung der Grundfläche das Ansehn eines sicherern Standes hinzufügt. Diese letztere Eigenschaft machte sie auch zum Fuſsgesimse anwendbar, als welches sie sich durch alle Jahrhunderte und bei allen Völkern erhalten hat.

Die Pfeiler haben keine Polster-Capitäle, sondern leichte, aus lauter wellenförmigen Gliedern zusammengesetzte Gesimse, die zwar etwas einförmig, aber dafür echt Jonisch sind.

Die Streifen des Architravs machte man alle drei gleich hoch, vermuthlich wohl, weil man für die Ungleichheit keinen triftigen Grund hatte, wohl aber dagegen anführen konnte, dafs der untere Streifen, der sonst am niedrigsten ist, scheinbar das Meiste zu tragen hat.

Das Gesims endlich ist ganz einfach; die Zahnschnitte fehlen ihm wohl darum, weil sie zum gröfsten Theil gleichen Zweck mit den Mutulen und Tropfen hatten, ihn aber weit weniger vollkommen darstellten; man machte sie daher lieber durch eine sehr tiefe Unterschneidung der Platte möglichst entbehrlich. Der Rinnleisten ist nur klein, und scheint, auch seinem Profile nach, eher eine Krönung der Platte zu sein.

Ob die Einführung des Jonischen Styls in das Europäische Griechenland zu billigen sei? — diese Frage mufs, streng genommen, verneint werden; denn entweder hätten nicht zwei verschiedene Style entstehen sollen, oder es mufste jeder auf sein Vaterland beschränkt bleiben*). Zwar gehörten Dorier und Jonier zu einem Volke, und anderseits war die Stammverschiedenheit schon im Mutterlande vorhanden, aber sie bildete sich, wie wir gesehen haben, erst in Klein-Asien zu ihrer vollkommenen Eigenthümlichkeit aus, welche dann eine so bedeutende Neuerung rechtfertigen konnte. Wäre sie schon in Griechenland bedeutend genug gewesen, so hätte der Jonische Styl auch schon dort und in früheren Zeiten entstehen müssen, und wäre sie dagegen später nicht so bedeutend geworden, um dem Volkscharacter eine abweichende Richtung zu geben, so hätte auch nie ein zweiter Styl neben dem Dorischen entstehen können. Auch die spätere Vermischung des Characters und der Sitten beider Stämme könnte wohl eine Vermischung, aber keinesweges eine gleichzeitige Anwendung der unveränderten Baustyle an demselben Orte rechtfertigen, wenn gleich sie diese allerdings veranlafst hat. Wo bei der Verschmelzung zweier Völker oder Stämme zu Einem

*) Es liegt schon im Worte „Styl" der Beweis, dafs hier von keinem objectiven, sondern von einer subjectiven Begründung der Verschiedenheit die Rede ist. Auch haben die Griechen nicht, wie es in neueren Zeiten geschehen ist, die verschiedenen Baustyle zur Characteristik der einzelnen Gebäude-Arten benutzt. Siehe Hübsch über Griech. Arch. S. 4.

die Kunst im jugendlich kräftigem Fortschreiten begriffen ist (wenn solches zusammen gedenkbar wäre), da müssen sich auch die bis dahin verschiedenen Kunststyle zuletzt zu Einem verschmelzen und ausbilden.

Darum mag es zu entschuldigen sein, dafs die ursprünglich Jonischen Städte Griechenlands, namentlich Athen, ihrer Abstammung eingedenk, eine Vorliebe für den Jonischen Styl gewannen; aber gerechtfertigt werden kann es nicht. Die Athener hätten bedenken sollen, dafs ihre Voraltern jederzeit Dorisch gebauet hatten, und dafs der Jonische Styl nicht aus der Stammverschiedenheit, sondern aus der Veränderung des Wohnortes hervorgegangen war. Es ist wahr: die Periklëischen Gebäude sind vollendete Muster, aber es fragt sich, ob diese Blüthenzeit nicht länger gedauert haben würde, wenn in den sonst vortrefflichen Propyläen nicht im Innern Jonische Säulen gesetzt, und bald darauf ganze Jonische Tempel neben den Dorischen errichtet worden wären? — Allerdings läfst sich zur Vertheidigung Jonischer Säulen im Innern anführen, dafs man dem Innern eine angemessene gröfsere Leichtigkeit geben wollte; aber es bedarf zur Widerlegung nur des Hinweisens auf den Parthenon. Hier ist dieselbe Absicht vollkommen ohne Jonische Säulen erreicht; die innern Säulen der Vorhalle stehen nicht allein einige Stufen höher, und haben daher im Ganzen kleinere Dimensionen als die äufsern, sie sind auch über dieses Verhältnifs hinaus weit schlanker und zierlicher gestaltet; nach Stuarts Zeichnung beträgt die Höhe der äufsern Säulen $5\frac{3}{5}$, die der innern aber 6 untere Durchmesser; der Echinus wird von einem Ringe weniger umfafst u. s. w.

Man konnte also, und zwar auch bei gleicher Höhe des Planums, dem Innern den erforderlichen Grad von gröfserer Leichtigkeit geben, ohne einen fremdartigen Baustyl zu Hülfe zu nehmen. Dieser Mifsgriff war der erste vorbereitende Schritt zum künftigen Verfall, und der zweite folgte bald nach, nemlich die Einführung des Corinthischen Styls, oder richtiger des Corinthischen Capitäls.

4) Der Corinthische Styl.

Von wahrer Schönheit und von tieferer Bedeutung der Formen dieses Styls kann nicht die Rede sein; er gehört einer Zeit an, wo die Prachtliebe anfing die Kunst zu erdrücken, wo zwar der edle Geschmack, zu welchem eine lange Reihe von Jahrhunderten das Griechische

Volk emporgebildet hatte, noch nicht erloschen war, aber bei dem Mangel der früheren strengen Nüchternheit nur den gänzlichen Verfall noch eine Zeitlang zurückhalten, aber nicht zu eignen, wahrhaft schönen, nicht blofs reichen und zierlichen Kunstschöpfungen sich erheben konnte.

Die Eigenthümlichkeit des Corinthischen Styls bestehet, nächst der reichern Verzierung, lediglich in den veränderten Capitälen, und allenfalls in den Kragsteinen des Gesimses; alle übrigen Formen und selbst die Verhältnisse sind dem Jonischen Style entlehnt. Es war noch ein Glück, dafs durch Weglassung des Schnecken-Capitäls zufällig das Princip der Elasticität sein deutlichstes Kennzeichen verlor, wodurch doch wenigstens der Widerstreit zwischen dem Alten und Neuen minder fühlbar wurde; dennoch konnte man sich nicht enthalten, in den sogenannten Schnörkeln das kleinliche, bedeutungslose Nachbild der Jonischen Schnekken in die Composition des Capitäls mit aufzunehmen. Wollte man auch den Schnörkeln die Bedeutung geben, dafs sie die vortretenden Ecken des Abacus unterstützen, so ist doch damit wenig gewonnen, denn die Ausschweifung der Platte selbst wird durch nichts begründet, auch bleiben die kleinern Schnörkel in der Mitte des Capitäls unerklärt. Die Blätter haben gleichfalls keine weitere Bedeutung: sie sind willkürliche Zierden, eine reine Nachbildung der Pflanzennatur, die einer nachahmenden, aber nicht der selbstschaffenden Baukunst zukam, und welche sich hier zuerst zeigt, denn die frühern Arabesken und andern derartigen Verzierungen sind freie Erzeugnisse der Phantasie, und in sofern der Architectur allerdings näher verwandt.

Bei alle dem hätte unter günstigern Umständen die neue Erfindung zu einem bessern Resultate führen können; denn der Zeitgeist verlangte allerdings eine Milderung des Dorischen Ernstes, und die Anordnung des Corinthischen Capitäls ist nicht ohne Geschmack und seine Grundform zu leichtern Bauwerken nicht unpassend; nur mufsten auch alle übrigen Formen neu erzeugt oder doch abgeändert werden. Namentlich mufste die Schwellung wegbleiben, die Base durfte an kein Band mehr erinnern, und das Gebälk mufste noch leichter werden. Aber der schöpferische Geist war erloschen; man begnügte sich mit einzelnen unwesentlichen und mehrentheils mifslungenen Abänderungen, wie die Überladung mit Zierrathen, die dossirten und gegliederten Architravstreifen, die ausgebauchten, lothrecht gestreiften Friese u. s. w. Nur die Kragsteine, als kräftigere Stützen

des leichtern Gesimses sind zu loben, haben aber dafür freilich den Zweck des Wasserableitens ganz verloren, zumal da die Unterschneidung der Platte wegblieb. Besonders ist noch die Bildung der Stirnpfeiler zu erwähnen. Bisher hatte man aus den angegebenen triftigen Gründen die Pfeiler nach ganz anderen Gesetzen als die Säulen gebildet, jetzt bemühete man sich um die möglichste Gleichheit der Form zwischen diesen, ihrer Bestimmung nach sehr ungleichen Gegenständen. Die Corinthischen Pilaster haben nicht allein dieselben Capitäle als die Säulen: sie sind auch eben so cannelirt.

Einen durchgreifenden Versuch der Ausbildung eines consequenten Corinthischen Styls sehen wir ausnahmsweise an zwei Gebäuden ebenfalls wieder zu Athen, welches selbst in den Zeiten des Verfalls sein Übergewicht nicht verloren hatte. Der Windthurm des Andronicus Cyrrhestes mag im Ganzen und in denjenigen Theilen, welche dem Dorischen Style angehören, noch so sehr den gesunkenen Geschmack aussprechen: die Corinthischen Säulen der Portiken zeugen von Überlegung. Die Capitäle sind einfach ohne Schnörkel, und die Kraterform, als Grundform, ist durch die Blätterverzierungen nicht versteckt; auch dafs die Base fehlt, könnte ein Nachhall der frühern Nüchterheit zu sein scheinen, vorausgesetzt dafs auch die Schwellung fehlte. Eben so sehen wir aus den übrig gebliebenen Fragmenten der Pilaster, dafs sie gegliederte Capitäle hatten, und wahrscheinlich fehlten ihnen auch die Canneluren. Das Choragische Monument des Lisycrates ferner lehrt uns die Gebäude-Art kennen, an welcher die Corinthische oder auch jede andere willkürlich geformte Säulengattung erlaubt sein konnte; ohne eigentliche architectonische Bestimmung, bei seiner geringen Gröfse, und da Dach und Decke aus Einem Steine bestand, bedurfte dieses Monument keiner constructionellen Bedeutung, und so durfte einmal die Phantasie die wunderbarsten Formen erschaffen. Man mufs gestehen, dafs, die Halbsäulen oder die Vermauerung der Säulen ausgenommen, dieses kleine Gebäude bei allem Reichthume dennoch höchst geschmackvoll ist, und eine rühmliche Ausnahme seiner Zeit macht.

III.
Verbindung der Bildhauerkunst und Malerei mit der Baukunst bei den Griechen.

Die Frage, ob Bildwerke zur Ausschmückung von Gebäuden unbedingt angewendet werden dürfen, möchte im Allgemeinen nicht so entschieden mit Ja beantwortet werden können. Das höchste Ziel aller Kunst ist zwar gewifs nur Eins, aber der menschliche Geist kann nun einmal die vollkommene Einheit nicht fassen, er mufs sich überall mit Theilen begnügen, und seine edelsten Blüthen sind stets da erspossen, wo seine Thätigkeit auf ein bestimmtes, kleines und scharf begrenztes Feld eingeschränkt war. So soll denn auch jede Kunst eine eigenthümliche Gattung des Schönen auf eigenthümliche Weise darstellen.

Damit soll indefs nicht gesagt sein, dafs eine Zusammenwirkung mehrerer Künste zu Einer Darstellung nicht erlaubt sei. Indessen mufs

1) der Gegenstand der Darstellung nur Einer sein;
2) er mufs von der Art sein, dafs er durch die eine Kunst nicht hinlänglich deutlich dargestellt werden kann, und dafs eben deswegen
3) weder eine gegenseitige Beschränkung, noch eine Vermischung der Mittel der zusammenwirkenden Künste zu befürchten ist; dafs vielmehr jede derselben ihre volle eigenthümliche Entwickelung finden kann.

So war es mit den Schauspielen der Alten, nächst unserer Oper, einem der zusammengesetztesten Kunstwerke, welche es gegeben hat. Anders ist es schon mit der Verbindung der Bildhauerkunst und Malerei, wenn wir nemlich den bunten Austrich einer Statue zur Malerkunst rechnen wollen; hier ist zwar Einheit des Gegenstandes *), und die Deutlichkeit der Darstellung im Ganzen mufs durch die naturgemäfse Färbung gewinnen; aber die Eigenthümlichkeit der Bildhauerkunst gehet darüber verloren, weil die Form durch die Farben verdunkelt wird, und die Malerei ihrerseits mufs ebenfalls ihrer wesentlichsten Darstellungsmittel entbehren.

---

*) Eine ausführlichere Untersuchung, als uns hier erlaubt ist, würde vielleicht darthun, dafs streng genommen nicht einmal der Gegenstand derselbe ist, in so fern jede Kunst ihn von einer andern Seite auffassen mufs; ja, dafs dieselbe Aufgabe, auch in zwei verschiedenen Darstellungen, nie mit gleichem Glücke von beiden Künsten gelöset werden kann.

So entstehet dann ein Werk, welches zwar die körperliche Natur so treu als möglich wiedergiebt, ihren Geist aber um so weniger darzustellen vermag, und welches nur bedingungsweise zu den Kunstwerken zu rechnen ist.

Die Baukunst, um auf sie zurückzukommen, hat die Darstellung der Bestimmung eines Gebäudes, also die Versinnlichung eines Begriffs zum Gegenstande (eben deshalb gehört sie zu den selbstschaffenden Künsten); die Bildnerkunst (als eine nachahmende) soll nur natürliche Gegenstände nachbilden, und selbst, wenn sie die Darstellung eines Begriffes wagt, so kann dieselbe nur symbolisch sein; der Begriff mufs erst in eine organische Gestalt übersetzt werden.

Wenden wir unter diesen Umständen die obigen drei Bedingungen auf die Frage an, in wie fern es erlaubt sein, Bildwerke zur Ausschmükkung von Gebäuden zu gebrauchen, so finden wir:

1) Es darf in keinem Fall die Wand, der Fries u. s. w. blofs als ein günstiger Ort für beliebige plastische oder malerische Darstellungen angesehen werden, vielmehr mufs jedes Bildwerk in naher Beziehung zu der Bestimmung des Gebäudes oder des Gebäudetheils stehen, an welchem dasselbe angebracht ist.

2) Nur dann darf die Bildnerei zu Hülfe gerufen werden, wenn die Architectur allein die Bestimmung nicht deutlich genug ausdrücken kann. Dieser Fall kann allerdings vorkommen, weil die Baukunst nur allgemein, nicht individuell, die Bildnerkunst aber gerade auf entgegengesetzte Weise characterisirt. Die Architectur kann und mufs in allen Fällen den Character der Gebäude-Art vollkommen ausdrücken und feststellen; wo jedoch eine noch speciellere Characteristik, namentlich, wie bei Denkmälern, die Beziehung auf ein Individuum verlangt wird, da mufs die Bildnerkunst sie unterstützen; sie darf es ferner thun, wenn auch nur eine gröfsere Schärfe in der Deutlichkeit dadurch erlangt werden kann. Nie aber sollten Bildwerke die einzigen Erkennungsmittel der Bestimmung eines Gebäudes sein. Nicht allein dafs darüber die Baukunst ihre Selbstständigkeit verliert, die Bildnerkunst kann auch einen solchen Begriff, der sich gar nicht durch organische Gestalten ausdrücken läfst, nur auf die Weise deutlich machen, dafs sie andere, von ihr darstellbare Gegenstände wählt, welche gewöhnlich nur in einer sehr entfernten Beziehung mit der Bestimmung des Gebäu-

des stehen; dann aber kann nur der Verstand das Räthsel lösen, nicht das Gefühl die Bedeutung auffassen; das Gebäude hört also überhaupt auf, ein Kunstwerk zu sein. Stellen wir uns z. B. ein Gebäude vor, welches sich in seinen Formen vielleicht um nichts von andern unterscheidet, dessen Spitze aber einen Apollo trägt, so wissen wir zwar, mit Hülfe der Mythologie, dafs das Gebäude irgend einer Kunst gewidmet ist, aber fühlen können wir solches unmöglich.

3) Jede Kunst mufs ihre volle eigenthümliche Entwicklung finden, nicht die andere durch Beschränkung oder Vermischung mit ihr beeinträchtigen. Es dürfen nur da Bildwerke angebracht werden, wo sie selbst vollständig berücksichtigt werden können, und die architectonische Bedeutung auf keine Weise stören; Theile, welche tragen oder überhaupt eine Construction versinnlichen sollen, dürfen nicht in unmittelbare Berührung mit Bildwerken kommen. Es folgt ferner, dafs der Character der Bildwerke dem des Gebäudes vollkommen entsprechen mufs, und dafs daher auch, wenn der letztere es verlangt, z. B. bei einem hohen Grade strengen Ernstes oder bei sehr wenigem Reichthume, alle Bildwerke wegbleiben müssen.

Unter diesen Einschränkungen dürfte die Verbindung der Bildhauerkunst mit der Baukunst um so mehr erlaubt sein, da diese beiden Künste in einem Verwandtschafts-Verhältnisse zu einander stehen, zu dem sich unter den übrigen Künsten kein Analogon findet. Beide nemlich, die eine als selbstschaffend, die andere als nachahmend, bedienen sich einer gleichen Gattung der Darstellungsmittel, der Formen; sie könnten daher auch füglich unter dem Namen: „Formenkunst" als Theile eines Ganzen zusammengefafst werden *).

Anders ist es mit der Malerei; darum mufs man auch mit Gemälden, oder auch nur mit Farben zur Ausschmückung der Gebäude noch weit vorsichtiger sein; denn wenn die Lebhaftigkeit der Farben schon den

*) Vielleicht liefse sich dies Verhältnifs der Verbindung einer selbstschaffenden und einer nachahmenden Kunst auch bei den andern Künsten aufsuchen. So z. B. wäre wohl eine Farbenkunst denkbar, die blofs durch Farbencomposition ohne Formen einen bestimmten ästhetischen Eindruck hervorbrächte; sie existirt auch schon, aber nur als Unter-Abtheilung der Malerei, zu welcher sie, mehr ausgebildet, vielleicht einen ähnlichen Standpunct einnehmen könnte, als die Baukunst zur Bildhauerkunst, nur dafs die Malerei doch immer neben den Farben auch der Formen (Conture) nicht entbehren kann.

Werken des Bildhauers ihre eigenthümliche Schönheit nimmt, so mufs sie es noch in einem höheren Grade bei den noch weit ernstern architectonischen Formen thun. Ein etwas grofses Gemälde an einer architectonisch-verzierten Wand macht, dafs diese, auch wenn sie noch so reich und characteristisch verziert wäre, leicht blofs als der Rahmen des Gemäldes erscheint. Auch schon ein bunter Anstrich, der hier nicht einmal naturgemäfs wie bei den Statuen sein kann, ist nachtheilig, denn die lebendigen strahlenden Farben verdrängen den eigenthümlichen Geist der Ruhe, und stechen so sehr hervor, dafs die Schönheit der Form kaum bemerkt werden kann. Nur ein eintöniger Anstrich mit einer nicht zu lebhaften Farbe, welche Licht und Schatten und dadurch die Form deutlich erkennbar macht, ist unschädlich; seiner mag man sich, wenn die natürliche Färbung des Materials nicht ausreicht, bedienen, um den Eindruck, den das Gebäude oder ein Theil desselben machen soll, zu unterstützen.

Wir kommen zu der Frage: In wie weit benutzten die Griechen plastische und malerische Bildnereien bei ihren Bauwerken, und in wie fern sind sie dabei zu loben oder zu tadeln?

Alle Griechischen Tempel scheinen, um mit den Werken der Plastik zu beginnen, aufser der im Innern aufgestellten Tempelstatue, noch mit andern geschmückt gewesen zu sein, die gewöhnlich auf den Acroterien der Giebel aufgestellt waren. Eben so mögen die Griechen sich, wenn auch nicht in sehr frühen Zeiten, vielfältig der Reliefs zur Verherrlichung der Götter-Wohnungen bedient haben, denn die hohe Vortrefflichkeit der Sculpturen am Parthenon und Theseus-Tempel setzt eine lange Übung in dieser eigenthümlichen Art der plastischen Bildnerei voraus*). Selbst bei der so häufigen Anwendung der Statuen und Sculpturen, die um so natürlicher war, da nächst der Baukunst die Bildhauerkunst, zu Folge der Eigenthümlichkeit des Religions-Dienstes, früh und ausgebreitet in Griechenland ausgeübt wurde, haben die Griechen auch in dieser Hinsicht ihrer sonstigen Nüchternheit nicht entsagt; denn:

1) alle ihre Bildwerke stehen in genauer Beziehung zu der Gottheit, welcher der Tempel gewidmet war. Zwar sind uns, in Folge der grofsen

*) Wenn gleich die Sculpturen am Parthenon u. s. w. vollrunde Arbeit sind (Stuart Thl. I. S. 428.), so gehören sie doch schon der Anordnung wegen zu den Reliefs, von welchen sie als der Anfang zu betrachten sein möchten.

Verwicklung der verschiedenen Mythen, manche Darstellungen des Alterthums unverständlich; darum aber dürfen wir nicht zweifeln, dafs die Griechen selbst ihre Bedeutung auf den ersten Blick vollkommen erkannten; es ist dies um so gewisser, da sie sich in den bessern Zeiten des Symbolisirens in dem Grade enthielten, dafs selbst die gebräuchlichen Attribute eines Gottes oft nicht nothwendig erachtet wurden; sie wufsten vielmehr den darzustellenden Gott durch Bildung, Stellung und Umgebung kenntlich zu machen, also unmittelbar dem Gefühle zu bezeichnen.

2) Sie bedurften zur näheren Characteristik ihrer Heiligthümer der Bildhauerkunst; der einzelne Gott, welchem der Tempel gewidmet war, mufste bezeichnet werden, und das hätte die Architectur allein selbst dann nicht leisten können, wenn sie auch einer schärfern objectiven Characteristik fähig wäre. Nichts desto weniger spricht sich die Bestimmung des Tempels, als die Wohnung eines Gottes der Griechen, im Allgemeinen schon durch die Architectur so deutlich und bestimmt aus, dafs selbst an dem so reich geschmückten Parthenon die Entfernung aller Bildwerke den Totaleindruck nur wenig verändert haben kann *).

3) Die Statuen standen immer frei vor dem Gebäude oder auf den Acroterien, ohne unmittelbar mit der Architectur in Berührung zu kommen, und die Reliefs sind im Äufsern an den Metopen und im Giebelfelde angebracht. Die Metopen eigneten sich, als blofse Blendplatten die nichts zu tragen hatten, vollkommen dazu, und die Giebelfelder hatten höchstens nur das leichte Gesims zu tragen. Im Innern der Hallen und Säulengänge ist freilich auch der glatte Fries mit fortlaufenden Sculpturen versehen, welches, da er eine Last zu tragen hatte, vielleicht auffallend sein könnte; indefs ist schon bei einer ähnlichen Gelegenheit erinnert, dafs im Innern die Gröfse der Belastung nicht bemerkbar wird, also auch nicht in Betracht kommt. Im Äufsern dagegen würden am glatten Jonischen Friese, an Triglyphen, Architraven, Mauern, Säulen, kurz an allen denjenigen Theilen, deren wesentlicher Zweck die Unterstützung einer Last ist, Sculpturen nicht zu entschuldigen sein. Meines Wissens finden sich aber auch von solchen unpassenden Anordnungen bei den Griechen **) keine weitere Beispiele, als die beiden Jonischen Tempel zu Athen. Allein ab-

---

*) Es ist hier S. 283. in Erinnerung zu bringen.

**) Die spätern Bauwerke natürlich ausgenommen.

gesehen davon, daſs es nur wahrscheinlich, nicht gewiſs ist, daſs die fehlenden Bekleidungsplatten vom Friese des kleinen Tempels am Ilyssus mit Reliefs versehen waren: so zeigt dieses Gebäude auch noch andere Abweichungen, die dasselbe dem Dorischen Style näher bringen, und weshalb es nicht als reines Muster betrachtet werden kann. Dasselbe gilt, wie öfter bemerkt ist, vom Erechtheo, und wir dürfen uns daher um so weniger wundern, wenn wir hier die ersten Caryatiden finden, da es nur an einem kleinen, ganz leicht gehaltenen Anhange der Fall ist, wo sie noch am ersten zu entschuldigen waren. Dagegen führt uns die Erinnerung an die Propyläen zur Acropolis wieder auf den bessern Styl; hier fehlen die Sculpturen ganz, wohl nicht bloſs, weil das Thor weniger reich als die Heiligthümer zu denen es führte geschmückt sein sollte, sondern hauptsächlich, weil hier eine unmittelbare Beziehung auf eine bestimmte Gottheit fehlte.

Die Griechen haben also, so viel wir aus den Monumenten schlieſsen können, das richtige Verhältniſs hinsichtlich der Mitwirkung der Bildhauerkunst zu den Werken der Baukunst gefunden, und mit gewohnter Strenge daran festgehalten. Anders ist es mit der Malerei. Von wirklichen Gemälden am Äuſsern der Gebäude, worauf es hier besonders ankommt, wissen wir zwar nichts Bestimmtes; dagegen zeigen sich am Parthenon und an anderen Tempeln*) deutliche Spuren eines bunten Anstrichs der Sculpturen und Steine, ja sogar gemalte Blätter-Verzierungen an den Capitälen und kleinern Gliederungen; es ist also hier statt der plastischen Verzierung, die man doch wohl bloſs aus dem Grunde **) nicht machte, weil sie für den Character des Dorischen Styls zu reich und gefällig gewesen sein würde, dieselbe Verzierung mit bunten und lebhaften Farben aufgemalt. Dieser Widerspruch mit sich selbst, mit den sonst streng befolgten Kunstgesetzen, und, worauf hier Alles ankommt, mit dem einfachen Geiste des klassischen Alterthums, ist so stark, daſs ich kaum anstehe, diese Art der Malerei für einen Zusatz späterer Zeit zu halten; dem verderbten Geschmacke der Römischen Griechen muſste der einfache, würde-

---

*) Nach der Deutschen Übersetzung von Stuart, Th. I. S. 357.

**) Man könnte auch glauben, daſs diese Verzierungen darum mit hellen Farben auf dunklem Grunde gemalt wären, um sie von unten besser zu erkennen; aber dazu ist eine Höhe von 35 bis 45 Fuſs doch zu unbedeutend, und dann würde man vor den Farben am Ende das Hervortreten des Gliedes selbst nicht bemerkt haben.

volle Styl ihrer Voraltern viel zu ärmlich und unwürdig für ein so wichtiges Heiligthum scheinen; dazu kommt, daſs es eben so leicht war, die gröſste Pracht anzumalen, als es schwierig war, wirkliche Sculpturen den glatten Gliedern anzusetzen *).

Gern möchte ich auch den bunten Anstrich spätern Zeiten zuschreiben; denn da schon überhaupt die architectonischen Formen durch bunte, lebendige Farben ihre eigenthümliche Schönheit verlieren, so muſste vollends die Griechische Architectur und Plastik in ihrem Grundcharacter, der Ruhe, wesentlich dadurch beeinträchtigt werden. Aber der Anstrich der Gebäude und Bildwerke scheint durchweg im Alterthume üblich gewesen zu sein; an diesen Gebrauch, der in die Kindheit jedes Volkes zurück greift, knüpften sich wahrscheinlich uralte geheiligte Vorstellungen, und wir haben unwiderlegbare Beweise, daſs er auch bei den Griechen beibehalten wurde. Alle andere Völker werden, wie ich glaube, wegen dieses Miſsgriffes schon durch die Heiligung der Gewohnheit, und zwar um so mehr gerechtfertigt, je strenger sie alles Alte festhielten; auch läſst sich der bunte Anstrich, oder die Verdunklung der Form, zumal bei den Ägyptern, mit dem Geiste der Nation und ihrer Kunst in bessern Einklang bringen. Nicht so leicht zu entschuldigen sind die Griechen, welche es wagten, die Götter aus der abentheuerlichen Dämmerung oder der düstern Nacht, die sie bis dahin umgeben hatte, in den heitern blühenden Tag zu versetzen, deren Entwicklung einen ganz anderen, freieren Gang nahm, und die in ihren Kunstwerken ihren eigenthümlichen Geist sonst so deutlich auszusprechen wuſsten. Es ist auch nicht glaublich, daſs sie in diesem einzigen Puncte, unter der nachtheiligsten Wirkung, das Rechte verfehlt haben sollten, ohne von etwas Tieferm veranlaſst worden zu sein. Fänden wir dieses nicht und lösten wir dadurch

---

*) Sollten dessenungeachtet diese gemalten Verzierungen ursprünglich sein, so folgt doch noch nicht, daſs sie auch an frühern Gebäuden üblich waren; dann wären sie nur ein Beweis, daſs gerade an den schönsten Gebäuden schon Verfehltes angetroffen wird. Befremden könnte uns das wohl in so fern nicht, da allerdings schon auf dem Wendepuncte der Kunst, auf welchen sie zur Zeit des Perikles sich emporhob, einzelne Spuren des künftigen Verfalls angetroffen werden müssen, als welche wir auch die Jonischen Säulen der Propyläen zu bezeichnen genöthigt waren. Bei dem Allen würde ich indeſs nur ungern die im Text ausgesprochene Meinung aufgeben; nur muſs noch auf das Folgende verwiesen werden, weil der bunte Anstrich, der dort seine Erklärung findet, diese Malerei der Verzierung weniger unwahrscheinlich und tadelnswerth macht.

den Widerspruch mit dem Grundprincipe nicht auf, so müfsten wir fürchten, das letztere nicht richtig getroffen zu haben.

Der bunte Anstrich der architectonischen Formen mag von der naturgemäfsen Färbung der Statuen ausgegangen sein, welcher letztern mindestens eine bestimmte Absicht untergelegt werden kann, indem sie die Darstellung sinnlich deutlicher macht. Aber wenn auch hier eine Zurückführung auf die Basis des Griechischen Characters möglich ist, so erklärt sich doch dadurch der willkürliche Anstrich der Gebäude noch nicht, wo dieser Vortheil, wenn man es so nennen will, wegfiel. Auch läfst sich ein Beispiel anführen, wo man diese zu grofse Natürlichkeit dem Grundcharacter aufzuopfern mit Recht kein Bedenken trug. Strabo erzählt bekanntlich von der Statue des Jupiter zu Olympia, dafs sie im Sitzen fast die Decke des Tempels erreiche und nicht aufstehen könne, ohne dieselbe aufzuheben. Seine Worte scheinen einen Tadel zu enthalten, der gewifs schon vielseitig nachgesprochen worden ist; aber wer möchte wohl hier etwas Anderes, als einen zwar starken, aber rein ästhetischen Ausdruck der vollkommensten körperlichen und geistigen Ruhe, mithin den ächten Griechischen Geist finden wollen?! —

Die Heiterkeit des Griechischen Geistes könnte allerdings als ein Motiv zur Beibehaltung eines frühern, ihr entsprechenden Gebrauches angesehen werden, wenn sie nicht von der Art gewesen wäre, dafs sie, wie wir gesehen haben, sonst nie in so grofse Lebendigkeit überging, um den plastischen Grundcharacter so wesentlich zu stören, denn selbst beim Jonischen Style ist es in einem weit geringern Grade der Fall. Noch weniger scheint mir die bunte Farbenpracht der morgenländischen Pflanzenwelt einen hinreichenden Rechtfertigungs-Grund darzubieten, wenn auch dieser Umstand, als mitwirkend, allerdings nicht zu übersehen ist. Aber der Character der Griechen basirte sich vorzugsweise auf das Gefühl, und wenn er daher auf der einen Seite, um der Sinnlichkeit der Anschauung willen, sich hauptsächlich im Gebiete der Plastik gefallen mufste, also bei künstlerischen Darstellungen die Farben den Formen nachstanden, und um so weniger sie verdunkeln durften: so neigte sich auf der anderen Seite der Griechische Geist zu einer innigen Verschmelzung aller seiner Fähigkeiten; denn der Verstand zertheilt und zergliedert, um zu ergründen, das Gefühl dagegen verbindet überall die einzelnen Theile zum Ganzen, um zu geniefsen und darzustellen. Es ent-

sprang also auch dieser Fehler, wie die Vorzüge, aus dem Griechischen Character, und so sonderbar es scheint, so lag doch auch ihm jene unbewufste innige Harmonie zum Grunde, welche, der Gefühls-Anschauung entsprungen, sich über Alles dem Menschen Erreichbare ausbreitete, Alles zu durchdringen und zu umfassen strebte, mitunter aber auch widerstrebende Elemente zu einem grofsen Ganzen verbinden wollte. Können wir auch damit die Griechen wegen dieses Fehlers nicht vollkommen rechtfertigen, so wird derselbe doch dadurch, und zwar aus demselben Grundprincipe des Griechischen Geistes erklärt, auf welchen die Entwicklung der Eigenthümlichkeiten der Griechischen Kunst im Vorstehenden basirt ist, und so mag die Auflösung des Widerspruchs, welchen diese befremdende Erscheinung gegen die von mir gewagten verschiedenen Erklärungen aufzustellen schien, einen passenden Schlufs dieses Aufsatzes machen.

16.

Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Academie zu Berlin über Strafsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau.

(Fortsetzung von No. 2. Band 3. Heft 1.)

(Von Herrn Dr. *Dietlein.*)

Zu *A.* 2) Von den steinernen Brücken.

111. Bei Aufführung eines Bauwerks an oder in einem fliefsenden Gewässer darf man nicht, wie auf dem trocknen Lande, schon dann das Grundwerk weglassen, wenn der Boden blofs unprefsbar ist; sondern erst dann, wenn er auch vom Wasser nicht erweicht oder abgelöset und fortgeführt werden kann.

112. Beide Bedingungen zugleich erfüllt allein Felsenboden; weiche Kalksteine und Schiefer jedoch noch ausgenommen.

113. Die Fälle, welche bei der Gründung eines Bauwerks an oder in einem fliefsenden Gewässer vorkommen können, sind hauptsächlich folgende drei:

a) Der Boden ist unprefsbar und so fest, dafs er nicht ausgespühlt werden kann.

b) Der Boden hat keine dieser Eigenschaften, aber in einer Tiefe, die sich mit eingerammten Pfählen erreichen läfst, liegt eine Lage wie (*a*).

c) Auch mit eingerammten Pfählen läfst sich keine feste Lage erreichen.

114. In dem Falle (*a*) ist noch erst zu untersuchen, ob die Felsenlage auch mächtig genug sei, um unter der darauf zu bringenden Last nicht zu durchbrechen. Man durchbohrt deshalb nicht allein die Lage (wie bei den Artesischen Brunnen), um ihre Dicke zu erfahren, sondern belastet sie auch versuchsweise, ehe man bauet, mit einem Gewichte, welches gröfser ist als das des Gebäudes auf gleicher Grundfläche, und nimmt das Gewicht dann wieder weg, wenn sich wenigstens nach etlichen Monaten keine Senkung mehr gezeigt hat.

115. Liegt der Felsenboden nur 6 bis 7 Fufs unter dem Spiegel des niedrigsten Wassers, und lassen sich, wegen darüber befindlicher

weicherer Lagen, Fangedämme machen, so wird, nachdem das Wasser zwischen den Fangedämmen ausgeschöpft ist, der Felsen frei gemacht, und wo es nöthig, wenigstens absatzweise, wagerecht abgearbeitet. Darauf werden dann die untersten Mauerschichten gesetzt.

116. Sind Fangedämme nicht auszuführen, so macht man Kasten ohne Boden, welche aus geradegewachsenen Stämmen, die, mit dem Gipfel-Ende nach oben, dicht neben einander gestellt sind, im schlimmsten Falle auf Flöfsen erbaut, und durch aufserhalb und innerhalb angebrachte Gevierte oder Rahmen in ihrer Lage gegeneinander, und durch angebundene leere Tonnen anfänglich in der Art schwimmend erhalten werden, dafs das Flofs stückweise herausgezogen werden kann, läfst sie darauf, durch Lösung der Tonnen, nach und nach bis auf die Oberfläche des Felsens sinken und treibt die Stämme, deren unteres Ende den Boden etwa noch nicht erreicht hat, so weit als möglich, durch Rammschläge, zwischen den äufsern und innern Rahmen noch niederwärts. Ein solcher Kasten kann in dem Fall ohne Flofs gebaut werden, wenn über dem Felsen eine Sand- oder Kieslage liegt, weil dann die einzelnen Pfähle an ihrem untern Ende sich einigermafsen festhalten und einrammen lassen, der innerhalb des Kastens befindliche Sand u. s. w. aber ausgebaggert werden kann. In beiden Fällen bekommt man im innern Raume des Kastens beinahe stillstehendes Wasser. Es können in demselben ziemlich regelmäfsig rauhe Quadern und sogar wie Binder und Läufer versenkt und die davon umschlossenen Räume mit Bruchsteinen und Béton-Mörtel (wovon weiter unten die Rede sein wird) ausgefüllt werden, so dafs man, mit mehr oder weniger Schichten, bis zum niedrigsten Wasserspiegel gelangt. Hierauf läfst man dem Béton-Mauerwerk etwa ein Jahr lang Zeit sich zu setzen, schneidet dann die Pfähle ungefähr 1 Fufs unter dem niedrigsten Wasserspiegel ab, nagelt darauf Holme, gleicht alles wagerecht ab, und führt das Mauerwerk wie auf natürlich festem Boden auf.

117. Die Pfähle sind bei dieser Bauart stets vom Wasser umgeben, und werden gewifs wenigstens so lange sich erhalten, bis das von ihnen eingeschlossene Béton-Mauerwerk vollkommen erhärtet ist, und als aus einem einzigen Stück bestehend angesehen werden kann.

118. In den mit *b.* und *c.* bezeichneten Fällen schlägt man mehrere Reihen Pfähle in den Boden und legt darauf Längen- und Quer-

schwellen, in welche entweder an die Pfähle geschnittene Zapfen greifen, oder die auf die Pfähle mit langen Nägeln befestiget werden, welches letztere jedoch so viel als möglich vermieden werden mufs.

119. Aber die beiden Fälle *b.* und *c.* sind wohl zu unterscheiden. Im ersten erreichen, nach der Voraussetzung, die untern Enden der Pfähle eine feste Schicht, und die Pfähle tragen dann, wie Säulen, das ganze Gewicht des Baues *), wobei ihnen noch das sie umgebende weiche Erdreich zu Hülfe kommt. Unter solchen Umständen sind 9 bis 12 Zoll im Durchmesser starke Pfähle, 3 bis höchstens 4 Fufs von Mitte zu Mitte entfernt, im Stande gewesen, die gröfsten (beim Brückenbau) vorgekommenen Lasten zu tragen. Im zweiten Falle wirken die Grundpfähle einmal dadurch, dafs sie das lockere Erdreich zusammendrängen, mithin dichter machen, und dann durch den Widerstand in ihrer Oberfläche, der (vorausgesetzt, dafs das Zopfende nach unten gekehrt ist) unter übrigens gleichen Umständen um so gröfser wird, je tiefer sie eingerammt werden. Es könnte daher scheinen, als müfste man in dem Falle *c.* so viel Pfähle einschlagen als nur möglich und auch so tief als möglich; allein wenn auch das Erstere, ausgenommen in weichem elastischen Thonboden, angehet, so darf das letztere doch dann nicht geschehen, wenn Kieslagen vorhanden sind, deren Zusammenhang, durch das Eintreiben der Pfähle in eine gröfsere Tiefe, aufgehoben, oder wenigstens gestört werden könnte. Auf weiche Thonlagen legt man lieber einen Schwellrost; indessen wird dadurch nur das ungleichförmige Senken, nicht aber die Unterspühlung verhindert.

120. Angenommen, dafs die Senkung unmöglich gemacht sei, so ist noch nöthig auch die Unterspühlung zu hindern. Bestehet das Grundbette aus Stoffen, welche von der Geschwindigkeit des darüber wegfliefsenden Wassers nicht fortgeführt werden können, so ist nichts weiter nöthig als das Grundwerk mit einer Spundwand, wenigstens an der Wasserseite zu umgeben, und es können allenfalls die Spundpfähle zugleich als Grundpfähle dienen **). Im entgegengesetzten Falle mufs auch

*) Vorausgesetzt dafs die Pfähle tief genug in den festen Boden gedrungen sind. Anm. d. Herausg.

**) Die Spundwände als Grundpfähle mittragen zu lassen, ist in der Regel nicht gut, am wenigsten, wegen der ungleichen Vertheilung, dann, wenn sie, wie bei Stirn- und Futtermauern, das Mauerwerk nicht ganz umgeben; denn da sie weniger tragen als tiefer gedrungene und stärkere Pfähle, so geben sie dem Drucke nach, und die übrigen Pfähle bekommen doch die ganze Last, welche also, im Falle man auf

das Grundbette des fliefsenden Gewässers gesichert werden, und dieses geschieht durch eine durchgehende Bettung, welche wie die beiden Heerde eines Überfalls (wovon weiter unten das Nähere) gemacht werden kann, in der Regel aber wenigstens drei, normal auf den Stromstrich gerichtete Spundwände erhält, zwischen welche Steine, nach vorheriger Ausbaggerung des Schlammes, versenkt und wo möglich mit Béton-Mörtel vergossen werden, worauf dann die Oberfläche des ganzen Heerdes so regelmäfsig als möglich gepflastert wird. Anstatt des Pflasters legt man auch wohl Bohlen, wie in einem Gerinne; jedoch ist solches nur dann rathsam, wenn man gewifs ist, dafs die Bohlen stets mit Wasser bedeckt bleiben. Eine durchgehende Bettung ist aber so kostbar, dafs man sie, wenn es irgend möglich ist, vermeidet, und sich lieber damit begnügt, vor die Spundwände im Umfange der Grundwerke Steine zu werfen, und dadurch Deckwerke zu bilden. Hiervon hernach einiges Nähere*).

121. Zuweilen erlaubt zwar die Beschaffenheit der einzelnen Schichten im Grundbette eines fliefsenden Gewässers die Anlage eines Fangedammes, aber dennoch kann derselbe weder möglich noch rathsam sein; z. B. wenn das Wasser tiefer als 10 bis 12 Fufs oder seine Geschwindigkeit so bedeutend ist, dafs der Querschnitt nicht bedeutend verengt werden darf, oder beides zugleich. Dann führt man das *Mauerwerk selbst* in Kasten auf, die jedoch nicht mit den §. 116. erwähnten zu verwechseln sind.

122. Kasten, von welchen hier die Rede ist, können als flache Schiffe (Prahme) mit wagerechtem Boden und lothrechten hohen Borden angesehen werden, in welchen das Mauerwerk, z. B. ein Mittelpfeiler oder ein Stirnpfeiler einer Brücke, aufgeführt wird; der ganze Kasten schwimmt anfänglich so lange, bis er durch fortwährende Zunahme der

---

die Spundwände mit gerechnet hat, dann nicht mehr fest genug unterstützt ist. Die Spundwände sollten immer blofs dazu bestimmt sein, zu hindern, dafs das Mauerwerk, welches sie schützen sollen, nicht unterwaschen werde. Zu bemerken ist, dafs man sie gewöhnlich aufserhalb des Rostes setzt, welches aber eine kostbare und schwierige Befestigung an denselben erfordert, ohne welche die Erde von innen, wenn sie aufserhalb weggewaschen werden sollte, die Spundwände hinaus drängen könnte. Es ist daher vielmehr besser, sie innerhalb der äufsersten Rostschwelle zu setzen und sie an die Rostschwelle sich anlehnen zu lassen, jedoch ohne sie mittragen zu lassen. Dadurch erspart man die erwähnte Befestigung und sichert den Spundwänden ihren festen Stand. Anm. d. Herausg.

*) Man kann auch Bettungen von versenkten Faschinenlagen machen, die mit Steinen bedeckt und durch zwischengerammte Pfähle festgehalten werden.
Anm. d. Herausg.

Belastung mit seinem Boden den durch Ausbaggerung wagerecht abgeglichenen natürlichen, vom Wasser bedeckten Boden, oder die Oberfläche eines aus eingerammten Pfählen bestehenden, mit Béton ausgefüllten und mit Spund- oder Pfahlwänden umgebenen Grundwerks erreicht hat. Die Borde des Kastens, welche hier Wände heifsen sollen, vertreten die Stelle des Fangedammes, und müssen vom Boden abgelöset werden können, was jedoch nicht eher geschieht, als nachdem man mit dem Mauerwerke bis etwas über den Wasserspiegel gelangt ist. Der Boden bleibt natürlich liegen und dient als Schwellrost. Von der Bau-Art solcher Kasten folgt weiter unten das Nähere; hier mag nur bemerkt werden, dafs die ersten wirklich ausgeführten Kasten so tief eingesenkt worden sind, dafs sie mit ihrem Boden unmittelbar auf dem Grunde ruheten; dafs man aber später sich der mit Spund- oder Pfahlwänden umgebenen, mit Béton-Mauerwerk ausgefüllten, nur wenige Fufs unter dem Wasserspiegel abgeschnittenen Pfahlwerke bedient hat, weil im ersten Falle die Ausspühlung des Grundbettes nicht weniger sorgfältig verhütet werden mufs als im letztern, in jenem aber die Arbeit schwieriger und kostbarer ist, als in diesem.

123. In den meisten Fällen wird es nöthig sein, das Grundbette, im Umfange des Grundwerks, durch eingeworfene Steine gegen Ausspühlung zu sichern, und so wie die Steinwürfe etwa nachsinken, was besonders nach Hochgewässern bemerkbar sein wird, den ursprünglichen Querschnitt derselben wieder herzustellen. Man kann aber nicht allein, sondern man mufs sogar solche Steinwürfe als nachtheilig ansehen, sobald sie den Querschnitt des fliefsenden Gewässers beschränken; allein dies wird beziehungsweise um so weniger der Fall sein, je höher der Wasserspiegel sich erhebt, und beinahe ganz aufhören, wenn man die Höhe der Steinbedeckung des Grundbettes an den Grundwerken vermindert (was sehr wohl angeht, da immer nur der Fufs derselben geschützt werden soll), und sie dagegen verbreitert und endlich wohl gar das ganze Grundbette (so weit die etwa für die Schiffahrt u. s. w. erforderliche Wassertiefe es zuläfst) mit Steinen bedeckt, welche dann möglichst viel eigenthümliches Gewicht und ein möglichst grofses Volumen haben und der Form eines Würfels so wenig als möglich, aber der einer Platte so viel als möglich sich nähern müssen.

124. Diese letztere Behauptung gründet sich darauf, dafs Steine, welche das Grundbette (oder die abgeböschten Ufer) eines fliefsenden Ge-

wässers bedecken, weil sie specifisch schwerer sind als Wasser, nicht schwimmen, sondern blofs durch den Stofs des strömenden Wassers fortgewälzt, also nur um Eine ihrer Kanten gedreht werden können, in so fern ihre Gestalt nicht zu sehr von der eines senkrechten Parallelepipedums abweicht. Die Kante, welche die Dreh-Achse ist, kann aber, wenn das Moment des Stofses des fliefsenden Wassers mit dem des Gewichts des Steines (nicht in der Luft, sondern im Wasser) gleich sein soll, keine andere sein, als eine von den vier längsten, und dann mufs zugleich eine der beiden gröfsten Seitenflächen auf dem Boden liegen, weil in jeder andern Lage des Steins das Moment des Wasserstofses gröfser, und das Moment des Widerstandes kleiner wäre. Aber das Moment der Kraft des Stofses ist ein um so kleinerer Theil des Moments des Gewichts des Steins (im Wasser), wobei die Dreh-Achse zugleich Achse der Momente ist, je kleiner seine Breite gegen seine Höhe ist. Liegen die Steine auf einer Ebene, welche nicht mit dem Stromfaden gleichlaufend ist, so ist auch noch das relative Gewicht dem Stofse zu- oder davon abzurechnen. Alles dies findet man, durch Formeln ausgedrückt, in Gauthey's „*Traité des ponts*" Band II. S. 271 — 276.

125. Bis jetzt ist nur im Allgemeinen von Pfahlrosten, Pfählen, Spundwänden, Kasten und Béton die Rede gewesen. Es mufs daher über diese Gegenstände noch das Wichtigste näher nachgeholt werden.

126. Zu den Pfahlrosten gehören zunächst Pfähle. Werden dieselben unmittelbar über dem Boden, in welchen sie gerammt worden, abgeschnitten, so heifsen sie Grundpfähle; stehen sie daraus länger hervor, wie in Brückenjochen und Bollwerken, Langpfähle. Von Grundpfählen werden blofs die Schale und die astigen Hervorragungen abgenommen; Langpfähle werden aufserdem noch so weit beschlagen, als sie mit Bohlen bekleidet werden sollen, gewöhnlich aber erst nachdem sie eingerammt sind, weil sie sich dabei gewöhnlich etwas drehen *). Am untern Ende erhalten die Pfähle eine vierseitige, oder besser eine dreiseitige Spitze, die $2\frac{1}{2}$ bis 3 Mal so lang als der Durchmesser des Pfahls ist, unten aber etwas abgekantet wird. Dringen die Pfähle leicht ein, oder dienen sie nur zu Rüstungen und leichten Werken, so werden die Spitzen blofs etwas

---

*) Da das Behauen die Pfähle schwächt, so sind sie nur an den Stellen zu beschlagen nöthig, wo die Bohlen angenagelt werden sollen, und nur gerade so viel als nöthwendig, um eine glatte Wand zu bekommen. Anm. d. Herausg.

geflammt; sonst aber erhalten sie eiserne Schuhe, welche mit 4 oder 3 Federn an die Pfähle befestiget werden*). Grundpfähle werden immer lothrecht eingeschlagen; wird aber in Kasten gegründet und werden die Pfähle nicht unmittelbar über dem Grundbette abgeschnitten, so dafs sie zu den Langpfählen zu rechnen sind, so rammt man die äufsersten gern oben etwas nach innen geneigt, wie die Bollwerkspfähle und die Ortpfähle in Brückenjochen.

127. Die Länge der Pfähle richtet sich nach der Beschaffenheit des Grundes, die entweder schon bekannt ist, oder, unter andern, durch Probepfähle ausgemittelt wird. Da aber zuweilen nahe bei einem zum Stehen gekommenen Pfahle ein anderer noch bedeutend tiefer eingetrieben werden kann, so mufs man die Pfähle lang genug nehmen, und lieber hernach das oberste Stück abschneiden. Müssen Pfähle gepfropft werden, so ist es am besten, die beiden Hirn-Enden, welche einander berühren sollen, stumpf und genau normal auf die Längenfasern abzuschneiden, und nicht durch Blätter oder dergleichen zusammen zu schäften. Über den Stofs werden drei eiserne Schienen mit Krammen an den Enden und länglichen Nagellöchern gelegt, nicht gewöhnliche Klammern.

128. Pfahlwände unterscheiden sich von Spundwänden dadurch, dafs bei ersteren die Pfähle einander blofs berühren, bei den letztern aber jeder Pfahl mit einer Hervorragung (Feder) in eine Vertiefung (Nuth) des anliegenden greift. Die Spundwände nennt man Pfahlspundwände und Bohlenspundwände, je nachdem die Wand über oder unter 5 Zoll dick ist. Von Spundpfählen werden die Federn und Backen der Nuthen im Querschnitt quadratisch gemacht, die Seiten der Quadrate dem dritten Theile der Stärke der Spundwand gleich. Bei Spundbohlen ist der Querschnitt der Feder ein gleichseitiges Dreieck, dessen Grundlinie die zwei mittleren Viertel der Stärke der Spundwand einnimmt, wonach sich die Backen der Nuthen richten. Zuweilen schlägt man auch, je zwischen zwei Pfähle, Eine oder auch mehrere Bohlen, und dann erhält jeder Pfahl zwei Nuthen**). Andere weniger gute Spundungen können nur beim mündlichen Vortrage beschrieben werden. Spundpfähle sowohl als Spund-

*) Pfahlschuhe sind vorzüglich dann nöthig, wenn in dem Erdreich kleine Steine, Wurzeln, Holzwerk und andere Hindernisse sich befinden, welche zwar noch die eiserne Spitze, nicht aber die hölzerne mehr zu durchdringen oder aus ihrer Stelle zu treiben vermag. Anm. d. Herausg.

**) Diese Pfahlwände sind weniger gut zu verfertigen und weniger fest, als Wände von durchweg gleicher Dicke. Anm. d. Herausg.

bohlen, nimmt man gern so breit als möglich, um die Zahl der Fugen zu vermindern.

129. Zu den Pfählen, die beständig und ganz unter Wasser bleiben, nimmt man Eichen- Buchen- oder Kiefern-Holz; zu solchen, die bald nafs, bald trocken werden, wo möglich Eichen-Holz.

130. Das Holz zu den Spundpfählen wird rund auf den Bauplatz gebracht, dort auf zwei Seiten beschlagen und dann getrennt. Dann wird jede Hälfte an den noch waldkantigen Seiten grob behauen, und hierauf werden Federn und Nuthen durch Spundhobel ausgearbeitet *). Sämmtliche zu einer Wand gehörige Spundpfähle oder Bohlen müssen möglichst gleich trocken sein. Da sie wegen der Feuchtigkeit im Grunde, nachdem sie eingeschlagen sind, aufquellen, so mufs jede Feder in ihrer Nuthe etwas Spielraum behalten **).

131. Die Pfähle, welche eine Spundwand bilden sollen, werden (wo möglich sämmtlich) in derselben Reihe, wie sie hernach zu stehen kommen sollen, also so dafs die Federn in die Nuthen greifen, auf dem Bauplatze niedergelegt; hierauf macht man einen Schnurschlag längs der Mitte der untern Stirnfläche der ganzen Wand, und schrägt die beiden Seitenflächen nach dieser Linie hin ab, wobei man auf ähnliche Weise wie bei dem Zuspitzen der Pfähle (§. 126.) verfährt. Das Nähere hiervon, und die Erörterung der Nachtheile anderer Verfahrungs-Arten, müssen dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben. An den Köpfen der Spundpfähle werden die Ecken gebrochen; unten erhalten die Pfähle zuweilen Schuhe, welche vermittelst Blätter (statt der Federn bei Pfählen (§. 126.)) und mit Nägeln befestigt werden.

132. Grundpfähle, Langpfähle, Spundpfähle und Spundbohlen werden durch Rammen in den Grund getrieben. Ihrer sind hauptsächlich zwei Arten: Zug- oder Lauframmen und Kunstrammen. Bei den erstern wird der Rammklotz durch Arbeiter, die unmittelbar an dem, über eine Scheibe (die Rammscheibe) laufenden Seile (dem Rammtau)

*) Die Zubereitung kann auch wohl, wo es bequem ist, anderwärts geschehen. Anm. d. Herausg.

**) Aber höchstens nur zwischen den Federn und den Backen der Nuthen; denn wenn die Federn nach der Länge der Wand nicht sogleich scharf in die Nuthen griffen, so würde, wenn das Holz schon nafs wäre und nicht mehr hinlänglich nachquölle, die Wand nicht dicht werden. So viel als das Holz aufquillt, drückt sich die Feder, besonders wenn sie dreieckig ist (welche Form wohl die beste sein möchte), mit der Nuthe zusammen. Anm. d. Herausg.

ziehen, gehoben, und fällt dann auf den Kopf des Pfahls hinunter, sobald die Arbeiter (alle zugleich) das Rammtau loslassen. Die Fallhöhe ist im Durchschnitt etwa 4 Fufs*). Bei den Kunstrammen wird, vermittelst eines Räderwerks, der Rammklotz viel höher gehoben, und dann plötzlich der Wirkung seines eigenen Gewichts überlassen. Durch ein gleiches Gewicht wird also ein viel gröfserer Stofs hervorgebracht und vermittelst des Räderwerks durch weniger Arbeiter, freilich jedoch mit verhältnifsmäfsigem Verlust an Zeit. Es giebt der Kunstrammen, deren jede ihre Vortheile und ihre Nachtheile hat, so viele, dafs eine nähere Beschreibung derselben hier wegbleiben kann und mufs, weil sich nicht unbedingt die beste angeben läfst, und zur Vergleichung, auch nur einiger, der Raum fehlt; das Nähere bleibt dem mündlichen Vortrage vorbehalten. Nur einige Bemerkungen mögen folgen.

133. Die Rammscheibe mufs möglichst grofs im Durchmesser sein (bis 4 Fufs), um die aus der Reibung am Umfange der Bolzen oder Zapfen und aus der Steifigkeit des Rammtaues entstehenden Widerstände zu vermindern und zugleich (bei Zugrammen) die Richtung der Zugseile der lothrechten Richtung näher zu bringen**).

Zu einer Kunstramme sind zwar weniger Arbeiter nöthig, aber ihre Schläge erfordern nicht allein mehr Zeit, sondern es fehlen dann auch gewöhnlich die nöthigen Arbeiter an der Ramme, um sie ohne Hülfe von andern Stellen her weiter zu rücken; dadurch entstehen Störungen und der Grundbau dauert länger, während es meistens nöthig ist denselben so schnell als möglich zu beendigen, indem Anschwellungen die Ausschöpfungskosten vergröfsern können. Darum sollte man sich der Kunstrammen höchstens zum Nachschlagen von Pfählen bedienen, welche hernach mit einem bedeutenden Gewichte belastet werden***).

---

*) Ganz kleine Pfähle werden auch durch Handrammen eingeschlagen. Die Wirkung derselben wird verstärkt, wenn man den Pfahl das Gerüst, worauf der Arbeiter steht, tragen läfst. Anm. d. Herausg.

**) An einem ganz lothrechten Seile würden die Arbeiter nicht einmal so bequem ziehen, als an einem etwas schrägen. Ein bedeutender Kraft-Verlust entsteht übrigens aus der schrägen Lage der an das Rammtau geknüpften einzelnen Seile, an welchen die Arbeiter ziehen. Ein Theil ihrer Wirkung geht durch diese Lage der Seile gegenseitig verloren. Wenigstens müssen deshalb die Zugseile so lang als möglich sein, wenn man nicht überhaupt eine andere bessere Einrichtung machen will. Anm. d. Herausg.

***) Es möchte wohl zweifelhaft sein, ob die Kunstrammen überhaupt mehr Zeit nöthig haben als gewöhnliche Rammen; denn wenn gleich der Rammklotz weniger

Wenn auch einzelne Pfähle noch so sorgfältig in Zwingen eingeschlagen werden, d. h. zwischen zwei wagerecht neben einander liegenden, unverrückbar festgelegten Hölzern, jedes mit einem halbkreisförmigen Ausschnitt, also die ganze Zwinge mit einer kreisförmigen Öffnung für jeden Pfahl, so läfst sich der Pfahl doch, wenn er auf einen Stein im Grunde trifft, und sich dadurch wendet, selten durch Seile oder Streben zurückbringen, und es ist besser, ihn dann gleich anfänglich wieder auszuziehen, und den Stein entweder herauszuschaffen oder zu zerbrechen.

134. Die Pfahl- und Spundwände müssen immer zwischen Zwingen, die auf Pfähle gezapft sind, geschlagen werden. Sind die Pfähle etwas länger, so bringt man noch oberhalb bewegliche Zwingen an, die aus Längenstücken, an jeder Seite der Spundwand Eins, bestehen, welche durch Riegel mit durchgehenden Zapfen und durchgesteckten Schliefskeilen zusammen gehalten und getrieben werden können.

135. Wo möglich müssen die Spundpfähle zu einem Grundwerke jedesmal um eine geringe Tiefe alle zugleich eingetrieben werden, vermittelst mehrerer Rammen, die nach und nach weiter gerückt werden.

136. Ist der Boden, in welchen Pfähle eingeschlagen werden sollen, mit Wasser bedeckt, so werden zu den Rammen entweder Rüstungen auf Pfähle gelegt, welche von Schiffen oder Flöfsen aus geschlagen worden, oder man schlägt auch gradezu die Pfähle selbst auf diese Weise; im letztern Falle erlangt man eine gröfsere Genauigkeit, wenn man über zwei Schiffe oder Prahme Strafsbäume und darauf die Bohlen legt, auf welche die Ramme gestellt wird und die Arbeiter treten. Sollen Pfähle vom Eise aus gerammt werden, so ist auf demselben eine lange und breite Bettung nöthig.

---

oft in gleicher Zeit fällt, so wirkt er auch stärker. In vielen Fällen hat man die Kunstrammen sehr vortheilhaft befunden. Zu schwache Schläge sind offenbar die aller unvortheilhaftesten und über eine gewisse Grenze hinaus ganz unwirksam. Zu starke Schläge sind indessen ebenfalls nicht die wirksamsten. Besonders sind zu leichte Rammklötze unvortheilhaft. Der Rammklotz sollte nie leichter sein als der Pfahl, den er eintreiben soll. Diese practische Regel ist fast immer passend. Übrigens ist noch nicht erwiesen, ob es grade am besten sei, die Schläge durch höheren Hub, wie bei Kunstrammen, zu verstärken; wahrscheinlich ist es noch besser, statt dessen die Rammklötze schwerer zu machen und sie nur wie gewöhnlich, etwa 4 Fufs hoch heben zu lassen. Auf diese Weise vermeidet man zugleich alle Schwierigkeiten und Nachtheile der Kunstrammen.

Anm. d. Herausg.

137. Ist der Zweck der Spitz- oder Grundpfähle, den Grund unter dem Baue zu verdichten, so schlägt man die Pfahl- oder Spundwände zuerst; im entgegengesetzten Falle gewöhnlich zuletzt *).

138. Das Einrammen der Pfähle geschiehet besser in Tagelohn, als in Verding, weil sich die Kosten mit zu wenig Sicherheit im Voraus bestimmen lassen **).

139. Um Pfähle unter Wasser abzuschneiden, mufs ein Sägenblatt in einer bestimmten wagerechten Ebene seitwärts und zugleich vorwärts gegen den Pfahl bewegt werden. Dazu giebt es eine Menge verschiedener Einrichtungen, die aber zu zusammengesetzt sind, als dafs sie hier deutlich gemacht werden könnten.

Die vorzüglichsten sind beschrieben in: „Gilly und Eytelwein, Practische Anweisung zur Wasserbaukunst. Heft I. §. 48. 49. 50.; Gauthey, *Traité de la construction des ponts.* T. II. S. 266. — 269.; Hachette, *Traité élémentaire des machines.* S. 350. — 354."

(Bei den Vorlesungen werden Modelle vorgezeigt.)

Über kreisförmige Grundsägen befinden sich zwei Aufsätze im gegenwärtigen Journale, Band 1. Heft 3. und Band 2. Heft 1.

140. Zuweilen müssen, aufser in dem §. 133. gedachten Falle, Pfähle ausgezogen werden. Dazu ist nöthig, dafs eine bedeutende Kraft in der aufwärts verlängerten Achse des Pfahls auf denselben wirke, während der Pfahl zugleich durch Schläge mit dem Kopfe einer Axt oder einem schweren eisernen Schlägel erschüttert wird. Um das obere Ende des Pfahls schlägt man ein starkes Seil oder eine Kette, verhindert das Abgleiten desselben allenfalls durch davor geschlagene grofse Nägel oder Zimmer-Klammern, befestiget das andere Ende des Seils oder der Kette an das möglichst hinuntergesenkte Ende des einen Arms eines doppelarmigen Hebels, dessen Stützpunct dem Pfahle so nahe liegt als es die Umstände irgend erlauben, und läfst dann das Ende des andern, möglichst

---

*) Die Verdichtung des Bodens ist wohl immer einer der Zwecke des Pfahlrostes, und daher wird es auch fast immer gut sein, die Spundwände zuerst zu schlagen. Anm. d. Herausg.

**) Und weil auf den Unternehmer fast dieselbe Aufsicht nöthig ist, wie auf die Tagelöhner, wenn man sich versichern will, dafs die Pfähle lang und fest genug eingerammt werden, so dafs also der Gewinn des Unternehmers der Bau-Casse gewonnen werden kann. Anm. d. Herausg.

langen Hebel-Armes, vermittelst daran befestigter Seile, niederziehen *). Man kann auch den geraden Hebel in einen Winkelhebel verwandeln, wenn man das Seil oder die Kette an den Umfang einer Welle mit Einsteck-Armen befestiget; die Kraft im Umfange der Welle kann man ohne Vermehrung der Zahl der Arbeiter verstärken, wenn man die Seile wieder an den Umfang einer Welle befestiget, in der sich ebenfalls Einsteck-Arme befinden, an welchen die Arbeiter wirken. (Man sehe hierüber „Gilly und Eytelwein, Anweisung zur Wasserbaukunst. Heft I. §. 45. 46. 47.," wo auch Belidor und Perronet erwähnt sind. Fast dasselbe wird in mehreren ähnlichen Schriften wiederholt.) Zu bemerken ist, dafs auch die hydräulische Presse, mit grofsem Erfolge, zum Ausziehen der Pfähle angewendet werden kann.

141. Ist man genöthigt in Kasten zu bauen, so wird es immer gut sein, die Pfähle, wenn es irgend möglich, 5 bis 6 Fufs tief unter dem niedrigsten Wasser abzuschneiden, wenn auch nicht der längeren Erhaltung wegen, doch darum, weil sie dann nicht so hoch über dem Grunde heraussteben. Auf diese Tiefe sind noch nicht sehr zusammengesetzte Maschinen nöthig, dergleichen immer, so lange man mit einfacheren auskommen kann, vermieden werden müssen; denn nicht immer ist ein geschickter Schlosser und noch weniger ein Mechanikus in der Nähe.

142. Unter allen Umständen soll der Boden des Kastens als Schwellwerk auf den eingerammten Pfählen dienen; daher wäre es nothwendig, dafs wenigstens die Hauptstücke des Bodens ganz auf Pfahlköpfe treffen. Dies ist aber selten zu erreichen möglich, wenn man nicht die Schwellen (sowohl nach der Länge, als nach der Quere) unmittelbar einander berühren läfst. Daher ist es nöthig, wenigstens zwischen den Querschwellen keine Zwischenräume zu lassen, sondern allenfalls nur zwischen den Längenschwellen.

143. Da aber die äufsersten Längenschwellen auch sogleich die Hirn-Enden der Querschwellen verdecken sollen, so werden sie etwa $1\frac{2}{3}$ Mal so stark gemacht als diese, so dafs sie, weil auf der untern Seite alles in Eine wagerechte Ebene fällt, zusammengenommen mit den eben so starken beiden äufsersten Querstücken, einen um den ganzen Boden lau-

---

*) Man sehe hier auch den Aufsatz No. 15. Band 1. Heft. 3.
Anm. d. Herausg.

fenden erhöheten Rand bilden, zwischen welche dann die Längenschwellen, einander berührend, oder in einiger Entfernung von einander, auf die Querschwellen gelegt, und mit gekerbten Nägeln befestiget werden. Die einzelnen Stücke, aus welchen der so entstehende Rahmen zusammengesetzt wird, werden durch Schlitzzapfen mit einander verbunden. Die Querstücke erhalten Zapfen, welche durch ihre ganze Breite gehen, mit Ausnahme einiger, die Schwalbenschwänze oder besser Hakenzapfen bekommen.

Aufserdem gehen durch die Rahmen in die Querschwellen Bolzen, mit den Köpfen auswärts, deren mit Schraubengewinden versehene Enden bis in hinlänglich grofs ausgestemmte Löcher greifen, worin die Scheiben und Muttern angebracht werden, wenn man nicht eiserne Anker ganz durchgehen läfst. Über die Stöfse im Rahmen werden eiserne Schienen gelegt und angebolzt.

144. Um die Wände der Kasten zu bilden, zapft man 9 bis 10 Fufs von einander Säulen in den Rahmen, welche an jeder in die Wand fallenden Seite einen Falz erhalten, worein die Enden der Bohlen, aus welchen die Felder zwischen den Säulen bestehen, greifen, in deren jedem man dann auch noch eine Höhen- und zwei Schwertleisten anbringt.

Auf jede Säule in der einen Längenwand trifft eine andere in der gegenüberliegenden, und jedes solches Paar Säulen wird durch eine aufgezapfte Zange mit einander verbunden. Auf diese Querzangen werden wieder andere nach der Länge gelegt und darauf Rüstbohlen.

Die Wände werden mit dem Boden durch eiserne Stangen verbunden, welche unterhalb Ösen, oberhalb Schraubengewinde haben, die durch Öffnungen in den überstehenden Zangen gehen, so dafs dieselben, vermittelst Muttern, gegen den Boden, und dadurch die Wandbohlen (deren Fugen kalfatert werden) zusammengezogen werden können, weil die Stangen mit ihren Ösen an Haken gehängt werden, die an dem Rahmen des Bodens festgebolzt sind. Man sieht leicht, dafs hernach alles, was zu den Wänden gehört, abgenommen und weiter gebraucht werden kann. Zur Erläuterung dienen die Figuren 33. *a*, *b*, *c*, Taf. IX., welche aus „Gauthey, *Traité de la construction des ponts*" genommen sind.

Eine andere Bau-Art der Wände ist die aus Bohlen, welche mit gewechselten Stöfsen, zwischen doppelten in den Rahmen gezapften Säulen durchgehen. Um die Bohlen wieder ausziehen zu können, wenn die Wände

abgenommen werden sollen, erhalten die Säulen Hakenzapfen, und werden durch hölzerne Keile angetrieben, welche bis zum Rüstboden auf den Kasten reichen, um leicht wieder ausgezogen werden zu können. (Taf. IX. Fig 33. *d.*)

Die Beschreibung anderer Constructionen der Kasten mufs dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben.

145. Die Kasten müssen natürlich über dem Wasser erbaut, und nachher flott gemacht werden. Kleinere Kasten kann man auf lothrechten, gleichlaufenden Wänden bauen, die sich um eine mit ihrer Schwelle gleichlaufende Achse drehen und umlegen lassen, wodurch der Kasten gesenkt wird; oder auf einer sogenannten Wippe, die beim Hafenbau näher beschrieben werden wird, und die während des Baues einen wagerechten Rüstboden bildet, hernach aber nach dem Wasser zu geneigt werden kann, so dafs der Kasten von derselben wie von einem Stapel abläuft; oder auf einer schiefen Ebene, die von mehreren normal auf Rüstpfählen ruhenden Strafsbäumen gebildet wird (Taf. IX. Fig. 34. *a* und *b*), wobei die wagerechte Lage des Bodens des Kastens während des Baues, durch die ungleiche Höhe der Unterlagen (welche hernach weggenommen werden, während der Kasten an Seilen hängt) erhalten wird; oder auf einer bei der Ebbe wasserfreien, während der Fluth aber unter Wasser liegenden Uferstelle, von welcher, während des Baues, die Fluth durch einen bei der Ebbe geschlossenen Damm abgehalten, und zu der, wenn der Kasten flott gemacht werden soll, das Wasser durch Durchstechung des Dammes wieder zugelassen wird.

Gröfsere Kasten werden auf einem Flofs erbaut, welches man während des Baues mit Hülfe leerer Tonnen schwimmend erhält, und hernach durch Anfüllung der Tonnen tiefer als den Boden des schwimmenden leeren Kastens senkt und dann unter demselben wegzieht. Ein Beispiel davon ist der grofse Kasten, in welchem eine ganze Schiffsdocke im Hafen von **Toulon** erbauet worden, wovon beim „Hafenbau" das Nähere.

146. Die Kasten werden nach ihrer Breite in's Wasser gelassen, was keine Gefahr hat, wenn blofs Mittelpfeiler oder allenfalls Stirnpfeiler von Brücken aufgeführt werden sollen. Bei gröfserer Breite könnten die Querstücke beim Ablaufen sich biegen, oder gar brechen. Dieses zu verhindern, stellt man Böcke nach der Quere auf den Boden, welche aus einer Schwelle, einer Säule in der Mitte und zwei Strebebändern beste-

hen, und schraubt die Schwellen an den Boden. Für den Fall, dafs der Kasten etwas schief ablaufen sollte, sind auch Böcke nach der Länge gut. Auch die Längenwände könnten auf ähnliche Art abgespreitzt werden, was aber in den meisten Fällen überflüssig ist.

147. Ist die Länge der aufzuführenden Mauer für Einen Kasten zu grofs, z. B. bei Futtermauern, so können nicht einmal die Querstücke der Rahmen zweier Kasten einander berühren, um so weniger also die Giebel-Enden der darin aufgeführten Mauerstücke, und diese müssen also noch miteinander verbunden werden. Dazu giebt es mehrere Mittel. Entweder schlägt man Spundbohlen vor den Zwischenraum und füllt denselben mit Béton-Mauerwerk aus; oder man versenkt die Kasten so, dafs die Querrahmenstücke 10 bis 12 Zoll von einander entfernt bleiben, läfst die letzten Felder der Wände stehen, nimmt beide Giebelwände heraus, drückt ein, allenfalls mit Fries (einem groben wollenen Zeuge) umwickeltes, im Querschnitte trapezförmiges Stück Holz vermittelst Stangen zwischen die beiden Querrahmen, schiebt hierauf Bohlen in die zu diesem Ende vorher auf den Giebelseiten ausgearbeiteten Falze der Ecksäulen, legt dann einen kleinen Fangedamm zwischen jede Wand und das gegenüberliegende schon fertige Stück der Mauer, schöpft den abgedämmten Raum aus, und mauert den fehlenden Theil wie gewöhnlich. (Taf. IX. Fig. 35.) Dies geht aber nur dann an, wenn die Tiefe des Wassers nicht sehr grofs ist, weil die Abdämmung nie sehr dicht gerathen kann. Es läfst sich dann nichts weiter thun als ein möglichst kleines, jedoch hinreichend starkes Gewölbe von einem Stücke bis zum andern zu schlagen, und darüber die folgenden Schichten wagerecht durchlaufen zu lassen. Es bleibt zwar unter dem Gewölbe ein hohler Raum; dem etwanigen Nachtheile desselben kann aber durch eingeworfene Steine vorgebeugt werden, weil vor dem ganzen Grundwerke doch fast immer ein Steinwurf nöthig sein wird *).

148. Ein Fangedamm hat immer den Zweck, das Wasser über der Stelle des Grundbettes, welches ein Grundwerk einnehmen soll, ganz oder doch so vollkommen als möglich, von dem dasselbe umgebenden

---

*) Das Fundamentiren von Mauerwerk im Wasser vermittelst Kasten hat, wie schon aus der Beschreibung zu sehen, mancherlei Schwierigkeiten. In vielen Fällen wird statt dessen der Béton gute Dienste leisten.
Anm. d. Herausg.

Wasser abzuschneiden, um es ausschöpfen *) und den Grund trocken legen zu können.

149. Ist das Wasser nicht tiefer auszuschöpfen, als etwa 3 Fufs unter dem äufsern, und dringt wenig Wasser durch den Grund, so macht man einen blofsen Erddamm, der schon wegen der von selbst sich bildenden Böschung stark genug sein wird, dem hydrostatischen Drucke zu widerstehen. Besteht der Boden aber aus Sand oder Kies, so baggert man ihn, noch etwas tiefer als man ausschöpfen will, an der Stelle aus, welche vom Fufs des Fangedammes bedeckt werden soll.

Bei etwas gröfserer Tiefe, und zwar bis zu 4 und 5 Fufs, schlägt man zuvörderst rund um den abzuschliefsenden Raum eine Reihe Pfähle, etwa 4 Fufs von einander, ein, setzt davor Tafeln von Brettern oder Bohlen mit aufgenagelten Leisten und schüttet vor dieselben einen Erddamm, wie vorher, aber ohne Böschung an der innern Seite.

150. Ist die Tiefe gröfser als 5 Fufs, so werden zwei Reihen 8 bis 9 Zoll starke Pfähle eingerammt, und zwar in jeder Reihe $4\frac{1}{2}$ bis 5 Fufs von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Die Pfahl-Reihen werden verholmt und die Holme durch übergeschnittene, etwa 5 bis 6 Fufs von einander entfernte Zangen mit einander verbunden. Zuweilen legt man, um die Zapfen zu vermeiden, statt der Holme Riegelhölzer längs der äufsern Seite der Pfahlreihen auf Knaggen. Läfst das Grundbett kein Wasser durch, so setzt man an die innere Seite der Pfahl-Reihen Bohlentafeln, deren Enden jedoch nicht zwischen zwei Pfählen zusammenstofsen dürfen; im entgegengesetzten Falle schlägt man Spundbohlen, oder auch eine doppelte Reihe von Bohlen mit überdeckten Fugen ein.

Beträgt die Höhe des Fangedammes über 8 Fufs, so bildet man, wie Perronet gethan, je aus zwei Stangen und zwei Paar Leisten, Rahmen von 16 bis 24 Fufs lang, und zwar so, dafs jede Stange auf einen Fangedammspfahl trifft, rammt die Stangen ein, und hernach, in den durch die Leisten gebildeten Zwingen, die Spundbohlen. Es versteht sich, dafs diese Arbeiten vor Aufbringung der Zangen geschehen müssen. Hernach wird der Raum zwischen den Spundbohlen etwas tiefer ausgebaggert als

---

*) Schöpfmaschinen findet man hier deshalb nicht beschrieben, weil sie in einer andern Vorlesung, nemlich beim Maschinen-Bau, abgehandelt werden. Indessen wird Einiges davon auch hier, weiter unten, wo über Entwässerung von Ländereien geredet wird, vorkommen. Anm. d. Herausg.

geschöpft werden soll, weshalb dieselben noch 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fufs tiefer reichen müssen.

151. Der ganze Raum zwischen den beiden Wänden wird dann mit reiner, gleichförmiger Erde ausgefüllt. Da dieser Erdkörper eigentlich allein dem Wasserdrucke mufs widerstehen können und das Holzwerk nur zum Zusammenhalten der Erde dienen soll, so hängt die Entfernung der beiden Pfahlreihen von einander von der Breite des Erdkörpers, und diese von der Höhe des davor stehenden Wassers ab. Gewöhnlich nimmt man beide gleich. Nach „Eytelwein's Anweis. z. Wasserbauk." soll man aber, wenn die Höhe über 8 Fufs ist, nur 4 Fufs mehr als die halbe Höhe nehmen, was jedoch nur eine geringe Ersparung giebt. Übrigens mufs die Erde 1 bis 2 Fufs über den höchsten, vor dem Damme zu erwartenden Wasserstand reichen.

152. Zuweilen giebt man auch wohl den Pfählen des Fangedamms Nuthen, in welche Bohlen geschoben werden; was aber nicht zu empfehlen ist.

153. Der Fangedamm mufs gut mit dem Ufer verbunden werden, und deshalb wenigstens 6 bis 8 Fufs in dasselbe hineinreichen. Stöfst er an eine Mauer, so mufs dieselbe weggebrochen, und wenn solches nicht angeht, der Damm am Anschlusse verstärkt werden. Die Ausfüllung des Dammes wird immer von beiden Enden angefangen und in der Mitte geschlossen.

154. Steht das Wasser vor dem Fangedamm still, so legt man, bei hohem Drucke, nachdem der Wasserspiegel durch Ausschöpfen etwas gesenkt ist, noch einen und hernach auch wohl noch einen zweiten Neben-Fangedamm, jeden niedriger als den vorhergehenden. In fliefsendem Wasser fällt das Wasser, gleich nach erfolgtem Schlusse, hinter dem Fangedamme bedeutend, und dann ist es zu spät den Neben-Fangedamm zu machen. In solchem Falle werden schon vor dem Zusetzen Streben an der Hinterseite angebracht, die sich mit ihrem untern Ende (welches durch Belastung mit Steinen gesenkt wird) am Boden gegen Pfähle legen, die fest in den Grund gerammt sind, oben aber mit Klauen gegen Riegelhölzer an den Pfählen des Fangdammes stemmen.

155. Zeigen sich, nachdem das Wasser ausgeschöpft ist, Quellen, so fafst man sie im schlimmsten Falle mit Kufen ein, und legt umher kleine Fangedämme. Hilft auch dieses nicht, so baggert man den Sand

etwas aus und wirft dafür Thon oder Dammerde, oder auch wohl Béton ein. Erhält das Grundwerk keine Pfähle, so belegt man auch wohl den ganzen Boden des abgedämmten Raumes mit Bohlen, die durch Steine niedergehalten werden, welche man hernach wieder wegnimmt. Dringt Wasser durch den Fangedamm selbst, so thut man wohl, bis zur Quelle aufzugraben und neue Erde hineinzubringen, welche stark gestampft werden mufs *). Wäscht das Wasser die Pfähle unterhalb aus, so wirft man Bruchsteine davor, oder rammt tiefere Pfähle daneben.

156. Ist wenig vom Durchquellen unter dem Fangedamme zu fürchten, so schliefst man wohl mehrere Brücken-Pfeiler zugleich ein; im entgegengesetzten Falle immer nur Einen. Um das Grundwerk herum mufs bis zum Fangedamm noch 5 bis 6 Fufs Raum bleiben **), ohne den, welcher zur Anbringung der Schöpfmaschinen nöthig ist. Sind die Öffnungen einer Brücke mit mehreren Mittelpfeilern weniger als etwa 45 Fufs weit, so ist es in der Regel wohlfeiler, in der Mitte einen Querfangedamm zu schlagen, der nach einander zu zwei Mittelpfeilern dient.

157. B é t o n ist eine aus Steinstücken und hydraulischem oder Wassermörtel (Mörtel, der unter Wasser erhärtet) zusammengesetzte Masse. Den hydraulischen Mörtel hat man schon seit sehr langer Zeit dadurch erhalten, dafs man Kalk, entweder mit Sand allein, oder mit Sand und Cement (pulverisirten vulkanischen Producten, wie Puzzolane, oder Ziegelmehl, Hammerschlag, Eisenfeilspähne), oder auch mit Cement allein vermischte, unter ziemlich verschiedenen Verhältnissen der Menge des Kalkes, Sandes und Cements. Welche Bestandtheile eigentlich einem Wassermörtel die Eigenschaft geben, unter dem Wasser zu erhärten, ist noch

---

*) Überhaupt mufs die Erde in einem Fangedamm gestampft werden. Eine wesentliche Beobachtung ist auch noch, dafs nie unter Wasser etwa Querhölzer durch den Fangedamm gehen dürfen, vielleicht als Anker, um die Pfähle zusammenzuhalten. An solchen fremdartigen Körpern zieht sich das Wasser durch und sie können Anläfse zum Durchbruch des Dammes werden. Der Damm mufs aus ganz reiner Erde oder Lehm bestehen Die Klumpen oder Klöfse müssen zerschlagen werden.
Anm. d. Herausg.

**) Durch den Raum um den Fangedamm werden die Kosten bedeutend vermehrt; denn der Damm wird länger und es ist mehr Wasser zu schöpfen nöthig, nicht allein vom Anfange an, sondern auch weil mehr Wasser durch den Damm und den Grund quellen kann. Auch wird in Flüssen der Strom durch einen gröfsern abgedämmten Raum mehr versperrt. Der Zwischenraum zwischen dem Fangedamm und dem Grundwerke mufs daher so schmal als möglich sein. Zuweilen wird man mit 2 bis 3 Fufs und noch weniger auskommen. Anm. d. Herausg.

nicht genau ausgemittelt. Es kommen darin zwar gewöhnlich Kohlensäure, Kalk, Kiesel-Erde, Thon-Erde, Eisenoxyd und Braunsteinoxyd vor; aber es fehlt zuweilen das Eine oder das Andere ganz, oder es ist davon so wenig vorhanden, dafs es zweifelhaft ist, ob es auf die Erhärtung des Mörtels unter dem Wasser Einflufs habe oder nicht. Ein grofser Schritt zur Beantwortung dieser Frage ist fast gleichzeitig durch Vicat und John gethan worden, die ihre Untersuchungen und Ansichten in folgenden zwei Schriften bekannt gemacht haben:

„*Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires; p.* L. J. Vicat. *Paris* 1818.," und

„Über Kalk und Mörtel etc.; nebst Theorie des Mörtels, von J. F. John; Berlin, bei Dunker und Humblot, 1819."

Diese Schriften sind keines Auszuges fähig, am wenigsten eines solchen, der hier nicht zu viel Raum einnähme. Von Vicat's Schrift giebt es eine Übersetzung unter dem Titel:

„Neue Versuche über den Kalk und Mörtel von L. J. Vicat und anderen; Berlin bei Mittler, 1826.

Nur Eine Stelle aus dem letzten Buche mag hier mitgetheilt werden:

„Man glaube nicht, dafs gebrannter Thon, pulverisirt, in Verbindung mit Kalke dieselbe Wirkung hervorbringe (nemlich wie wenn man den Kalk entweder durch aufgegossenes Wasser oder durch längere Aufbewahrung an einem trockenen und bedeckten Orte, wo er durch die Luft aufgelöset wird, in Staub zerfallen läfst, ihn dann mit etwas Wasser und einem Zusatz einer gewissen Menge von grauem oder braunem Thone oder auch blofs von Ziegel-Erde durchknetet, und aus diesem Teige Kugeln bildet, die man trocknen läfst und hernach zum zweitenmale brennt). Das Feuer verbindet die beiden Bestandtheile chemisch. Auch ist die Farbe in den beiden Fällen ganz verschieden. Indefs ist es gewifs, dafs auch gebrannte Thon-Erde oder Ziegelmehl bedeutend zur Erhärtung des Kalkes unter dem Wasser beiträgt. Wir werden in der Folge sehen, dafs zwischen dieser Mischung und dem hydraulischen Kalk, in Hinsicht ihres Verhaltens unter dem Wasser, ein grofser Unterschied Statt findet."

Das Studium der gedachten Schriften mufs daher empfohlen werden*).

---

*) Man sehe auch die Aufsätze des Herrn Bau-Inspector Elsner zu Coblenz in diesem Journale, 1ster Band, 3tes Heft S. 236., und des Herrn Bau-Inspector Zimmermann, 3ter Band, 1stes Heft S. 1. etc. Neuere sehr gründliche chemische Unter-

158. Der Béton wird lagenweise eingebracht. Das Wasser mufs aber vorher durch Pfahl- oder Spundwände so viel als möglich in Ruhe gebracht werden. Ist dasselbe nicht über 4, höchstens 5 Fufs tief, so wirft man den Béton mit Schaufeln hinein, läfst ihn jedoch vorsichtig auf den Grund fliefsen. Ist das Wasser 5, höchstens 10 Fufs tief, so läfst man ihn vermittelst hölzerner Trichter hinab. In noch gröfserer Tiefe bedient man sich eines würfelförmigen Kastens von etwa 3 Fufs Seitenlänge, dessen Boden sich nach Art eines Klappenventils öffnen läfst, sobald der Kasten, welcher an einem um eine Welle geschlagenem Seile hängt, tief genug gesenkt ist, und aus welchem dann der Béton hinausfliefst. Etwas Kalk wird stets vom Wasser wegespühlt, fällt aber auf die untere Lage, wenn eine Pfahl- oder eine Spundwand vorhanden ist, ohne welche er fortgeschwemmt werden würde. Daher sollte man sich des Bétons nicht bei blofs eingeworfenen Steinen bedienen.

159. Ist ausgemittelt worden, wie grofs die Öffnungen einer Brücke zusammen sein müssen, damit die Brücke dem Abflusse auch der höchsten Fluthen keine nachtheiligen Hindernisse entgegensetze (wovon beim Strombau das Nähere), so mufs man zunächst untersuchen, ob es besser sei, weniger und weitere, oder mehr und engere Öffnungen zu machen. Ist die Geschwindigkeit des Wassers gering, und sind die Anschwellungen nicht bedeutend, so wird es in der Regel besser sein, mehr und engere Öffnungen zu machen, weil sich dann in der Regel die Pfeiler leichter fundamentiren lassen. Ist das letzere aber nicht der Fall, oder die Geschwindigkeit des Flusses grofs, in welchem Falle häufig losgerissene Bäume u. dergl. vor der Brücke ankommen, so mache man lieber weite Öffnungen, wobei jedoch immer auf die in der Gegend zu erhaltenden Materialien Rücksicht zu nehmen ist. Vergleichende Kosten-Anschläge (ohne Vorurtheil für oder wider eine Meinung verfertigt) möchten hier an ihrer Stelle sein, denn eine allgemeine Regel läfst sich nicht geben. Ist der Flufs schiffbar, so mufs natürlich wenigstens Eine Öffnung weit genug sein, um den Schiffen einen bequemen Durchgang zu gestatten *).

---

suchungen sind die vom Herrn Prof. Fuchs zu München. Ältere Untersuchungen giebt es von Saussure, Guyton-Morveau, Döbereiner etc.

Anm. d. Herausg.

*) Man findet die Brückenöffnungen in neuerer Zeit häufig ohne Noth weit gespannt. Die Alten machten die Öffnungen öfters zu enge und die Brücken-Pfeiler

160. Man kann entweder alle Öffnungen einer Brücke gleich grofs machen, oder von der Mitte nach beiden Ufern zu kleiner. Im ersten

---

unmäfsig dick; die Neueren machen die Öffnungen nicht selten weiter als nöthig, und die Pfeiler ungemein dünn. Bei mehreren neuen Brücken scheint es fast, der Baumeister habe mehr gewünscht, dafs man sich über die Kühnheit seines Baues wundern, als dafs man sich desselben mit Sicherheit bis in späte Zeiten bedienen solle, wie es die Absicht der Alten war. (Man sehe die Anmerkung zu §. 107.) Die Schwierigkeit der Fundamentirung der Pfeiler kann nur selten die einzige, oder auch nur die Hauptursache sein, die Brücken-Öffnungen s e h r weit zu machen; denn eines Theils wird man da, wo das Fundamentiren sehr schwierig ist, gewöhnlich doch nicht g a n z ohne Mittel-Pfeiler auskommen, ungerechnet, dafs Stirn-Pfeiler i m m e r nöthig sind, wo nicht etwa die Ufer aus Felsen bestehen; anderen Theils ist die Fundamentirung auch nur selten so überaus schwierig, dafs man d e s h a l b ein kühnes Bauwerk wagen müfste. Man wende nur eben so viel Kunst wie die weiten Spannungen erfordern auf die Fundamente, obgleich sie hier weniger sichtbar ist, so wird man ein besseres und dauerhafteres Werk erhalten. Auch der Vergleich der Baukosten kann nicht allein über die Weite der Brücken-Öffnungen entscheiden; denn wenn man z. B. mit 10 oder 20 Procent mehrere Ausgabe an Geld ein Werk bauen kann, welches 100 Procent an Zeit länger dauert und dann in der Regel um eben so viel sicherer ist und verhältnifsmäfsig weniger Unterhaltungskosten erfordert, so ist es offenbar besser, die 10 oder 20 Procent mehr auszugeben, selbst wenn man sie zu hohen, zugleich amortisirenden Zinsen sollte leihen müssen.

Die wesentlichen Umstände, welche die Weite der Brücken-Öffnungen bestimmen, liegen in der Beschaffenheit des Gewässers, über welches die Brücke führen soll. Führt der Strom sehr grofse Eisschollen, oder werden darauf sehr grofse Holzflösse geschwemmt, wie auf dem Rhein (denn was die S c h i f f e betrifft, so sind die gröfsten nicht leicht über 20 bis 25 Fufs, die Dampfschiffe nicht leicht über 30 Fufs breit, so dafs der S c h i f f e wegen nie s e h r grofse Öffnungen nöthig sind), so müssen allerdings die Öffnungen so weit sein, um die grofsen schwimmenden Körper ohne Anstofs durchzulassen. Ferner müssen sie sehr grofs sein, wenn sich die Breite der Pfeiler nicht bequem durch Verlängerung der Brücke compensiren läfst, desgleichen über sehr reifsende Gewässer, wo es schwer ist den Mittelpfeilern hinreichende Stabilität gegen den Stofs des Eises zu geben. In allen andern Fällen aber, und das sind die meisten, ist es unbedingt besser, m e h r Pfeiler und e n g e r e Öffnungen zu machen, als weniger Pfeiler und weite Öffnungen, weil das Werk so leichter zu bauen ist und dauerhafter wird. Über ruhige Gewässer, oder gar da, wo es weder Eis noch Holzflösse und Schiffahrt giebt, ist es gänzlich unrecht, den Brücken sehr weite Öffnungen zu geben. Man kann sicher annehmen, dafs wenigstens in Deutschland, in neun Zehntheilen der vorkommenden Fälle, Brücken-Öffnungen von 40 bis höchstens 50 Fufs vollkommen weit genug sind. Vielleicht in mehr als der Hälfte dieser Fälle sind wieder Öffnungen von 20 bis 30 Fufs hinreichend. Nur in dem übrig bleibenden zehnten Theil der Fälle wird man über 50 Fufs gehen müssen. Fälle, wo Öffnungen über 100 Fufs weit wirklich wesentlich und u n u m g ä n g l i c h nöthig wären, werden, wenigstens in Deutschland, nur sehr selten sein. Eine Brücke ist um so fester und sicherer, je stärker und öfter sie durch Pfeiler senkrecht unterstützt wird. Dieses sollte man beim Brücken-Bau nie vergessen. Man ist mit Recht ängstlich, wenn in Gebäuden weit gespannte Decken und Gewölbe gebaut werden müssen, auf welchen weiter keine Last ruht, geschweige dafs mit schweren Frachtwagen darüber hingefahren würde. Um so viel mehr also sollte man sorgen, dafs die Fahrbahn einer Brücke, die beständig erschüttert wird und deren Unterstützungen beständig ein heftiger Strom in ihren Fundamenten zu untergraben und anzugreifen bemüht ist, so oft und fest unterstützt werde als möglich. Anm. d. H e r a u s g.

Falle kann man dieselben Lehrbogen für alle Öffnungen benutzen, vorausgesetzt, dafs jeder Mittelpfeiler dem Schube eines Gewölbes widerstehen könne; aber es sind alsdann höhere Auffahrten nöthig, als im andern Falle, und das Regenwasser fliefst nicht gut ab, wenn man auch Abflufs-Öffnungen in dem Gewölbe anbringt. Im zweiten Falle finden die gedachten Vortheile nicht Statt; dagegen aber auch nicht die Nachtheile *).

161. Übrigens mufs der Scheitel der innern Wölbungen 3 bis 5 Fufs über dem höchsten Wasserstande liegen, damit vor der Brücke etwa ankommende Bäume, die noch ihre Zweige haben, nicht aufgehalten werden **).

162. Die Brücken-Gewölbe lassen sich, ihrer Form nach, in drei Haupt-Arten theilen, nemlich in: halbkreisförmige, gedrückte und überhöhete. Bei der ersten Art ist die Höhe von der Sehne bis zum Scheitel der innern Wölbung der halben Weite gleich, bei der zweiten kleiner, bei der dritten gröfser.

163. Die Zeichnung der innern Wölblinie halbkreisförmiger Bogen hat keine Schwierigkeit.

164. Bei gedrückten Bogen aber ist die Aufgabe unbestimmt, weil mehrere krumme Linien die Bedingungen erfüllen: durch drei gegebene Puncte zu gehen, und in zwei derselben lothrechte, im dritten eine wagerechte Tangente zu haben. Aber jede stetige krumme Linie hat, mit Ausschlufs des Kreises, in jedem Puncte eine andere Krümmung, und erfordert also für jede Schicht Wölbsteine in der einen Hälfte des Gewölbes ein anderes Haupt, was leicht Schwierigkeiten verursacht. Der Übel-

---

*) Die Ungleichheit der Weite der Öffnungen einer gewölbten Brücke hat mehrere Unbequemlichkeiten, die wohl nur selten durch andere Vorzüge ersetzt werden. Schon dafs der Druck auf die Pfeiler ungleich ist, ist ein bedeutender Übelstand. Ferner ist die Verschiedenheit der Höhe der Bögen und der Lehrbögen unbequem, wenn auch meistens selbst bei gleich weiten Bögen so viel Gerüste werden gemacht werden müssen als Bögen da sind, indem die Gerüste meistens nicht eher weggenommen werden können, bis alle Bögen gewölbt sind. Der Vortheil dagegen, dafs eine Brücke mit ungleichen Öffnungen Gefälle nach der Seite bekommen kann, wird in der Regel nicht zu benutzen sein, weil es gut ist die Brücken-Bahnen der Länge nach ganz horizontal zu legen und das Wasser nur nach den Seiten abfliefsen zu lassen. In der Regel also wird es am besten sein, alle Öffnungen gleich weit zu machen, doch kann es Ausnahmen geben, die ihren Grund in der Gestalt des Flufs-Querschnitts, des Stromstrichs, der Ungleichheit des Flufs-Bodens u. s. w. haben.
Anm. d. Herausg.

**) Gut ist es wenn die Bögen so hoch über dem Wasser sein können, dafs die höchste Fluth nicht ihre untersten Puncte erreicht. Anm. d. Herausg.

stand wird dadurch wenigstens vermindert, dafs man die innere Wölblinie aus mehreren Kreisbogen zusammensetzt, welche mit verschiedenen Halbmessern beschrieben sind, die vom Anfange bis zum Schlusse zunehmen, und von welchen je zwei unmittelbar aufeinander folgende, da wo sie sich miteinander verbinden, eine gemeinschaftliche Tangente haben. Dann kann man eine solche Wölblinie aus 3, 5, 7, ... Mittelpuncten, mit resp. 2, 3, 4, ... verschiedenen Halbmessern beschreiben, und dabei noch diese oder jene bestimmende Bedingung machen. Unter diesen Bedingungen ist wohl die wichtigste, dafs der gröfste Halbmesser eine gewisse Grenze nicht überschreite, wofür man gewöhnlich die doppelte Gewölbweite nimmt, damit das Gewölbe in der Nähe des Schlusses nicht zu flach werde *), der kleinste Halbmesser aber nicht unter einem gewissen Maafs bleibe, um die Form des Gewölbes nicht zu unangenehm in die Augen fallen zu lassen. Perronet ist, bei der Brücke zu Neuilly, bis zu 11 Mittelpuncten gegangen, welches die gröfste je angewandte Zahl zu sein scheint. Man sieht leicht, dafs hierbei die Wölblinie eine Evolvente ist, deren Evolute ein Theil des Umringes eines Polygons ist, und dafs man jede beliebige Wölblinie auf ähnliche Art erhalten kann, indem sich für jede Evolvente die Evolute finden läfst **).

165. Zu den gedrückten Gewölben kann man auch die nach Kreisbogen rechnen, obgleich dieselben nicht die Bedingung erfüllen, dafs ihre Tangenten in den Anfängen lothrecht stehen, was aber nichts schadet. Dagegen verengen sie den Querschnitt bei Fluthen gar nicht, in so fern die Anfänge nicht vom höchsten Wasserstande überschritten werden. Wird aber unter dieser Bedingung die Wölblinie zu flach, so beschreibt man dieselbe lieber aus mehreren Mittelpuncten ***).

---

*) Diese Regel ist zwar in den gewöhnlichen Fällen zu beobachten möglich, aber nicht unbedingt, z. B. dann nicht, wenn die Höhe des Bogens weniger als etwa den 16ten Theil der Spannung betrüge, welcher Fall freilich nicht vorkommt.

Anm. d. Herausg.

**) Da in den Vereinigungs-Puncten je zweier Bogenstücke von verschiedenen Halbmessern jedesmal schwache Stellen sind, so müssen die Verhältnisse der auf einander folgenden Halbmesser der Einheit so nahe kommen als möglich.

Anm. d. Herausg.

***) Der Hauptgrund, warum man die Gewölblinien öfters aus mehreren Mittel-Puncten beschreibt, ist wohl, weil man so ihr Aussehen für besser hält; denn der Vortheil, dafs sie bei Fluthen, die in die Bögen treten, mehr Wasser durchlassen, compensirt schwerlich den Nachtheil der Verschiedenheit des Fugenschnitts und der schwachen Stellen, und kommt um so weniger in Betracht, da, wenn es irgend mög-

166. Zum Aufzeichnen der Wölblinien in natürlicher Gröfse, läfst sich der Stangenzirkel höchstens bei den Anfängen gedrückter Gewölbe gebrauchen. Von den übrigen Bogen mit gröfseren Halbmessern bestimmt man die Anfangs- und Endpuncte durch Abscissen und Ordinaten, und schiebt dann, an Stiften entlang, die in jenen Puncten befestigt werden, eine Schmiege, deren Schenkel einen Winkel bilden, welcher die Hälfte des zu dem Bogen gehörigen Centriwinkels zu zwei Rechten ergänzt; ein in der Spitze des ersten Winkels angebrachter Stift, beschreibt dann den gewünschten Bogen (Taf. IX. Fig. 36.).

167. Die überhöheten Gewölbe können nur bei geringen Spannungen vorkommen; dann liefsen sie sich zwar auf die §. 164. angegebene Art beschreiben, indessen würde man sehr unangenehm aussehende Formen erhalten. Am besten werden daher hier Spitzbogen sein. Da dieselben einige Schwierigkeit im Schlusse haben, wenn man nicht hinlänglich grofse Quadern nehmen kann, so bedient man sich zuweilen des Ausweges, die Lagerfugen nicht normal auf die innere Wölbung zu stellen, sondern vom Anfange bis zum Schlusse immer steiler, so dafs die Abweichung ihrer Richtung von den Normalen auf die innere Wölbung, vom Anfange bis zum Schlusse, gleichförmig zunimmt. Dies ist sehr leicht auszuführen, und es ist an den Steinen nur wenig zu verhauen, wenn das Gewölbe von gebrannten Ziegeln aufgeführt wird. Nur die Berechnung der Standfähigkeit des Gewölbes wird etwas schwieriger, was aber wohl nicht zu berücksichtigen ist *).

168. Demnächst kommt es auf die Stärke des Gewölbes im Schlusse an. Könnte man die zu beiden Seiten des Schlufssteins befindlichen Theile des Gewölbes, bis zu den Widerlagen, als aus festen un-

---

lich ist, die Bögen so hoch liegen müssen, dafs die höchste Fluth ihre Anfänge nicht erreicht. Übrigens ist das Gefallen an Bögen aus mehreren Mittel-Puncten nur Geschmackssache, wofür es keine bestimmte Regel giebt. Nach dem Geschmack Anderer sehen gerade die Gewölbe nach Kreisbogen aus einem einzigen Mittel-Punct besser aus, als die aus mehreren. Wegen der Zweifelhaftigkeit der Vorzüge der Bögen aus mehreren Mittel-Puncten und der sichern Vortheile derer aus einem einzelnen Mittel-Puncte, scheinen die letztern allgemein den Vorzug zu verdienen.

Anm. d. Herausg.

*) In der That verbürgt eine künstliche Berechnung die Standfähigkeit eines Bogens fast eben so wenig, als sie sie vermehrt.

Übrigens sind die überhöheten Bögen bei Brücken in bergigen Gegenden nicht selten, und eine Brücke mit solchen Bögen ist bei weitem fester, als wenn man flachere Bögen auf hohe Widerlager setzen wollte. Anm. d. Herausg.

prefsbaren Stücken bestehend ansehen, so liefse sich leicht durch Rechnung finden, mit welcher Gewalt der Schlufsstein zusammengeprefst wird, und wenn die rückwirkende Festigkeit der Stein-Art, woraus das Gewölbe ausgeführt werden soll, bekannt ist: bei welcher Stärke der Schlufsstein noch so eben zerdrückt werden würde, und bei welcher ein hinlänglicher Überschufs der rückwirkenden Festigkeit über den Druck vorhanden wäre. Allein so würde man stets eine Stärke als hinreichend finden, die viel geringer ist als die, welche bei Brücken, deren Dauerhaftigkeit sich durch die Zeit bewährt hat, Statt findet. Der Grund hiervon liegt darin, dafs, sobald das Gerüst unter dem Bogen weggenommen ist, die Wölbsteine ihre Lage gegen einander ändern und nicht mehr in allen Puncten ihrer Lagerflächen gegen einander drücken.

Am Schlufssteine öffnen sich nemlich die Fugen innerhalb, während sie sich aufserhalb scharf schliefsen. Dasselbe findet bei den abwärts folgenden Fugen Statt, nur in immer geringerem Maafse, bis zu einer Fuge, die sich weder aufserhalb noch innerhalb geöffnet hat. Von da an öffnen sich die Fugen aufserhalb, und zwar erst stärker, hernach in abnehmendem Maafse schwächer, bis zu einer Fuge, wo die Lagerflächen noch gleichlaufend sind. Von hier an öffnen sich die Fugen wieder in der innern Wölbung, und zwar fortwährend stärker, bis zum Anfange des Gewölbes. Dies findet jedoch vollständig nur dann Statt, wenn die untersten Lagerflächen ganz, oder beinahe wagerecht sind; nicht aber bei flachen Kreisbogen, bei welchen die Fuge, die sich am weitesten aufserhalb öffnet, die unterste, unmittelbar am Widerlager ist.

Die beiden aufserhalb am weitesten geöffneten Fugen nennt man die B r e c h u n g s f u g e n, und die Puncte, in welchen ihre Mittellinien die innere Wölbung schneiden, die B r e c h u n g s p u n c t e. In den Brechungsfugen drücken also die Wölbsteine nur in der Nähe der innern Wölbung gegen einander, in den aufwärts folgenden Fugen entfernt sich die Richtung der Pressung von der innern Wölbung immer mehr und fällt am Schlusse ganz in die äufsere Wölbung. Eine krumme Linie durch die Puncte, in welchen die Richtung der Pressungen die einzelnen zugehörigen Lagerflächen schneidet, würde diejenige sein, welche sich verkürzt, wenn der Mörtel in den Fugen zusammen geprefst wird, und man sieht leicht, dafs die daraus erfolgende Senkung des Schlusses (das Setzen des Bogens) um so weniger nachtheilig sein werde, je höher, unter übrigens gleichen Um-

ständen, der Scheitel der äufsern Wölbung über der wagerechten Linie durch die beiden Brechungspuncte liegt, also je stärker das Gewölbe im Schlusse ist.

169. Wie viel die Zusammenpressung des Mörtels in jeder Fuge, und also die Verkürzung der krummen Linie durch die Brechungspuncte und den Scheitel der äufsern Wölbung betragen werde, und wie stark also deshalb das Gewölbe im Schlusse sein müsse, läfst sich nicht durch Rechnung finden; nur die Vergleichung der Höhe der fraglichen krummen Linie, und der Gewölbdicke im Schlusse an wirklich ausgeführten Brükken, die sich als hinreichend fest bewährt haben, kann zur Bestimmung der Grenze einer Gewölbdicke dienen, von der sich Dauerhaftigkeit des Baues erwarten läfst, wenn auch diese Grenze noch in manchen Fällen vielleicht etwas zu weit gesteckt sein mag, und noch etwas an den Bau-Kosten erspart werden könnte. Hierzu mag nachstehende Tafel, aus „Gauthey, *Traité des ponts.* Band I. S. 256." dienen.

	Verhältnifs der Höhe des Bogens zur Sehne zwischen den Brechungspuncten.	Verhältnifs der Stärke des Bogens zur Sehne zwischen den Brechungspuncten.
Brücke bei Nemours über den Loing .	0,055	0,080
- bei Pont St. Maixence . . .	0,083	0,062
- bei Neuilly	0,131	0,048
Marmorbrücke zu Florenz	0,215	0,038
Brücke bei Alt-Brioude	0,307	0,031

Die Anwendung dieser Tafel auf gegebene Fälle zeigt sich leicht; man siehet jedoch, dafs sie die Kenntnifs der Lage der Brechungspuncte voraussetzt. Wie dieselbe durch Rechnung zu finden, wird später gezeigt*).

170. Auf welche Weise die rückwirkende Festigkeit einer Stein-Art durch Versuche gefunden wird, mufs als bekannt angenommen werden. Nur das ist zu bemerken, dafs harte Steine, welche, wenn sie von einer normal auf zwei gleichlaufende Oberflächen des Steins wirkenden Pressung zerdrückt werden, mit Geräusch in lothrechte Blätter oder Nadeln zerfallen, mit Sicherheit nur einem verhältnifsmäfsig geringeren

*) Die Übermauerung der Bögen ist von sehr grofsem Einflufs auf die Stärke der Brückengewölbe, daher es auch darauf vorzüglich ankommt.

Anm. d. Herausg.

Theile des Drucks ausgesetzt werden dürfen, als weichere Steine, die sich, wie die vorigen behandelt, wenn zu dem Versuche würfelförmige Steine genommen werden, zuerst in sechs vierseitige Pyramiden theilen, deren Grundflächen die Grund- und Seitenflächen des Würfels sind, und deren Spitzen im Schwerpuncte des letzten zusammen treffen, dann aber in kleine senkrechte Prismen, und endlich in Staub zerfallen. Bei den härtern Steinen scheint man nicht über den zehnten Theil der Pressung gehen zu dürfen, welche sie zu zerdrücken im Stande ist; bei weicheren aber bis zu dem vierten Theile, wobei doch die absolute Gröfse der möglichen Belastung der erstern gröfser sein kann und häufig sein wird als die der letztern *).

171. Bei vielen an Gewölben und Modellen angestellten Beobachtungen hat man gefunden, dafs die ersten Schichten, vom Anfange an, so weit ohne Lehrbogen gesetzt werden können, bis der Neigungswinkel der Lagerfläche gegen die wagerechte Ebene etwa 38 bis 39 Grad beträgt, von wo an das relative Gewicht gröfser wird, als die aus dem Normaldrucke entstehende Reibung. Von hier an drückt nun jede nach oben zu folgende Wölbsteinschicht, von gleichem absoluten Gewichte, immer stärker auf den Lehrbogen, und endlich mit ihrem g a n z e n Gewichte, sobald das Loth durch ihren Schwerpunct durch ihre unterste Leibungskante geht, oder zwischen dieselbe und den Anfang des Gewölbes fällt; dann senkt sich der Scheitel des Lehrbogens (zumal wenn er gesprengt ist), und sämmtliche Fugen öffnen sich aufserhalb und schliefsen sich innerhalb. Je mehr neue Schichten man auflegt, desto mehr rückt die Fuge, deren Öffnung in der äufsern Wölblinie am weitesten ist, nach dem Scheitel zu, wogegen, nach mehreren Veränderungen der Gestalt des Bogens (deren nähere Angabe dem mündlichen Vortrage vorbehalten werden mufs), sobald der Schlufs eingesetzt und der Lehrbogen weggenommen worden ist, die Fugen am Schlusse sich aufserhalb schliefsen und innerhalb öffnen. Die Öffnung jeder nach unten zu folgenden Fuge innerhalb ist kleiner als die der vorhergehenden, während es sich aufserhalb umgekehrt verhält,

---

*) Wenn man auf solche Versuche Rechnungen mit Verhältnifszahlen gründen will, so müssen sie wenigstens mit v i e l e n Steinstücken derselben Art angestellt werden; denn man wird finden, dafs die Kraft zum Zerdrücken von gleich grofsen, gleich gestalteten und gleichartigen Steinstücken oft um das V i e l f a c h e verschieden ist.
Anm. d. H e r a u s g.

bis eine Fuge kommt, deren Lagerflächen gleichlaufend sind. Von da an nehmen die Öffnungen aufserhalb zu (bis zur Brechungsfuge) und dann aufserhalb wieder ab (wenn die innere Gewölblinie nicht ein flacher Kreisbogen ist), gehen dann auf die innere Wölbung über, und werden am gröfsten in den Anfängen.

172. Hierauf beruhet die Theorie der Gewölbe, deren Grundzüge ich nach Gauthey und Langsdorf, freilich mit einigen, nach meiner Ansicht erforderlichen Abänderungen dargestellt habe: in einer Anmerkung zu meiner Übersetzung von „Gregory, Darstellung der mechanischen Wissenschaften" die ich also hier nicht mit aufnehmen darf. Es mag nur bemerkt werden, dafs sich darnach, aufser der Stärke der Gewölbe im Schlusse, auch die der Stirnpfeiler, ohne grofse Mühe, wenn auch mit einigem Zeit-Aufwande, der jedoch nur bei grofsen Brücken nöthig und dann beziehungsweise unerheblich ist, bestimmen läfst *).

173. Die Mittelpfeiler können entweder blofs zum Tragen der Hälften der beiden anliegenden Gewölbe bestimmt sein, oder auch zum Widerstande gegen den Schub derselben, wenn nemlich entweder nicht sämmtliche Gewölbe gleichzeitig aufgeführt werden sollen, oder wenn man verhüten will, dafs wenn etwa später eins der Gewölbe schadhaft wird, nicht die ganze Brücke einstürze, oder dafs wenigstens alle Gewölbe abgetragen werden müssen. Im ersten Falle mufs man in allen Öffnungen zugleich Lehrbogen aufstellen und alle Gewölbe zugleich aufführen; während im zweiten, wenn die Bogen alle gleich weit sind, ein einziger Lehrbogen hinreicht, und Ein Gewölbe nach dem andern aufgeführt werden kann, was zuweilen sehr zu wünschen ist, z. B. wenn die Brüche, aus welchen

---

*) Nach der Meinung des Herausgebers ist es am sichersten, die Dicke der Gewölbe und der Pfeiler und Stirnmauern einer Brücke, die man bauen will, nach vorhandenen Brücken, die sich als dauerhaft bewiesen haben, einzurichten. Durch Rechnungen, die von infachen, mehr oder weniger hypothetischen Sätzen ausgehen, die den Mauern und Gewölben nöthige Dicke nur mit einiger Sicherheit zu finden, ist nach der Überzeugung desselben, wegen der Verschiedenheit der Gestalt der Gewölbe, besonders mit der nöthigen Rücksicht auf die Übermauerung, wegen der Verschiedenheit der Höhe und Grundfestigkeit der Pfeiler und der Wirkung des Wassers und Eises, wegen der Ungewifsheit der Höhe der Fluthen, die auch auf das Gewicht des eingetauchten Theils der Pfeiler und folglich schon deshalb auf ihre Stabilität Einflufs haben, wegen der Verschiedenheit der Festigkeit der Steine und der Bindekraft des Mörtels, wegen der Verschiedenheit der Erschütterungen die die Brücke auszuhalten hat u. s. w., nicht möglich, und alle Theorien, so richtig sie in sich sein mögen, geben *deshalb* unsichere Resultate, weil sie nicht *alle* Umstände berücksichtigen können. Anm. d. Herausg.

die Quadern genommen werden, so beschaffen sind, dafs nicht alle in Einem Jahre herbeigeschafft werden können, oder wenn nicht eine hinreichende Zahl von Steinhauern oder Maurern zu haben ist*). Aufserdem ist auch weder die Ersparung an Kosten, noch die Verringerung der Beschränkung des Querschnitts des Flusses bei dünnen Mittelpfeilern so erheblich, als es beim ersten Blick den Anschein hat, weil breite Grundwerke, also auch breite Bankets, immer unentbehrlich sind. Die dünnen Mittelpfeiler möchten also den stärkern nicht so unbedingt vorzuziehen sein, als zuweilen geschieht **).

Lassen sich dünne Mittelpfeiler nicht ganz vermeiden, so sollte man wenigstens jeden zweiten oder dritten stark genug machen, um dem Schube Eines der anliegenden Gewölbe widerstehen zu können, damit die Schadhaftigkeit Eines Gewölbes nicht auf alle nachtheiligen Einflufs haben könne.

174. Die Stärke von Mittelpfeilern, welche dem Schube Eines Gewölbes sollen widerstehen können, wird wie die der Stirnpfeiler gefunden; die Dicke von Pfeilern, welche blofs die Last von zwei Gewölbhälften tragen sollen, hängt aber nicht allein von der darauf ruhenden Last ab, die nicht im Stande sein darf sie zu zerdrücken, sondern auch von der Gröfse der schwimmenden Körper, vorzüglich der Eisschollen, die der Flufs etwa führt, und von dessen Geschwindigkeit. Unter 8 Fufs möchte die Stärke eines Mittelpfeilers in der reinen Mauer nur in höchst seltenen Fällen betragen dürfen ***).

175. Wenn auch die Pfeiler einer Brücke die Breite des Flusses nicht so sehr beschränken, dafs eine bedeutende Vergröfserung der mittleren Geschwindigkeit Statt fände, so ist man doch noch nicht vor Un-

*) Doch wird man wohl immer lieber die Lehrbögen so lange stehen lassen, bis alle Bögen geschlossen sind. Anm. d. Herausg.

**) Auch der Herausgeber ist ganz dieser Meinung, aber unter der Bedingung, dafs man die Brückengewölbe nicht weiter spannen läfst als unumgänglich nöthig ist. Macht der Baumeister, blofs um Bewunderung zu erregen (die aber eigentlich ohne Werth ist, weil sie keinen guten Grund hat), die Brückenbogen weiter als nöthig, so erfordert eine Kühnheit die andere und man mufs dann die Brücke, statt auf sichere Pfeiler, gleichsam auf Stelzen stellen, weil sonst die zum Widerstande nöthigen Pfeiler zu dick werden und den Lauf des Flusses, wenn auch weniger dem Querschnitt nach, so doch in seiner Richtung hemmen. Anm. d. Herausg.

***) Bei kleinen Brücken können wohl auch 6 und 4 Fufs dicke, und selbst noch schwächere Mittelpfeiler vollkommene Sicherheit gewähren. Es kommt auf die Weite der Bogenspannung an. Anm. d. Herausg.

terspühlung sicher, weil immer noch die Geschwindigkeit in den einzelnen Theilen der Öffnungen sehr verschieden und also mitunter sehr grofs sein kann. Dies hängt von der Gestalt der Vordertheile der Pfeiler ab, weil dieselben das vor ihnen ankommende Wasser von seiner Richtung ablenken, und mithin eine Zusammenziehung des Strahls in jeder Öffnung verursachen, wodurch zwar die gröfste Geschwindigkeit ungefähr in die Mitte der Öffnungen gebracht wird, aber zugleich, unmittelbar an den Pfeilern, Wasserfälle und Widerströme entstehen, die sehr gefährlich werden können. Man mufs daher dem Vordertheile der Pfeiler eine solche Gestalt geben, dafs die Nachtheile so klein als möglich werden, wenn sie auch nicht ganz vermieden werden können, weil sonst die Pfeilerköpfe gar zu lang werden müfsten.

176. Am nachtheiligsten ist die rechtwinklige Gestalt des Vordertheils, was einerlei ist mit der gänzlichen Weglassung des Pfeilerkopfes; besser schon ist es zur Grundfläche ein Dreieck zu nehmen, dessen ausspringender Winkel ein rechter ist; noch besser ein Halbkreis. Darauf folgt das gleichseitige Dreieck, darauf ein gemischtliniges, dessen Grundlinie die Pfeilerbreite, und dessen Schenkel zwei, mit derselben, aus ihren beiden Endpuncten beschriebene Kreisbogen sind. Noch etwas besser ist es, die Grundfläche des Vordertheils durch eine halbe Ellipse zu begrenzen, deren kleine Achse die Pfeilerbreite ist, zumal weil alsdann der Stofs schwimmender Körper weniger nachtheilig wirkt; allein dann wird der Pfeiler schon sehr lang, was wegen der Kosten zu berücksichtigen ist *). (Taf. IX. Fig. 37. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*.)

177. Der Fall, dafs man zur Grundfläche des Vordertheils ein Dreieck nähme, dessen Schenkel nach Aufsen zu hohle krumme Linien wären, kommt zwar bei Mittelpfeilern nicht vor, wohl aber bei Stirnpfeilern mit hohlen Flügeln. Diese Form ist aber die nachtheiligste von allen, und man sollte sich ihrer daher, ungeachtet sie angenehm für das Auge ist, nur bei Brücken über Gewässer von sehr geringer Geschwindigkeit bedienen. (Taf. IX. Fig. 38.)

---

*) Dafs man gerade eine Ellipse nehme, wenn man eine stetige Krümmung haben will, möchte wohl nicht nöthig sein. Das gleichseitige, gerad- oder gemischtlinige Dreieck möchte hinreichend gute Dienste thun.

Anm. d. Herausg.

178. Erhebt sich der Wasserspiegel über die Anfänge der Gewölbe, so verliert die Gestalt des Vordertheils einen grofsen, wo nicht den gröfsten Theil ihres Einflusses; man mufs daher schon aus diesem Grunde so viel als möglich zu vermeiden suchen, die Anfänge der Gewölbe in den höchsten Wasserstand fallen zu lassen *).

179. Da bei Eisgängen die mitunter sehr grofsen Schollen gegen das Vordertheil der Pfeiler stofsen, so ist es in dieser Hinsicht gut, den ausspringenden Winkel der Pfeilerköpfe nicht zu spitz zu machen. Im Nothfalle befestigt man eine eiserne Schiene darauf, die mit dem Mauerwerke verankert wird. Perronet hat in seinem Entwurfe zu einer Brücke über die Newa, der dem Strome zugekehrten Kante der Vordertheile der Pfeiler eine nach der Brücke zu ansteigende Lage, also die Gestalt eines Eisbrechers gegeben **).

180. Schneidet man, wie häufig geschieht, die Pfeiler an ihrem untern Ende rechtwinklig ab, d. h. giebt man ihnen gar keine Hinterköpfe, so entstehen, weil das unter der Brücke zusammengedrängte Wasser sich plötzlich wieder ausbreiten kann, hinter den Pfeilern Wirbel, die sehr nachtheilig sein können. Auch die Hinterköpfe sollten daher nie fehlen, wenn sie auch nicht die $4\frac{1}{2}$ flache Pfeilerdicke zur Länge erhalten, wie wohl zu wünschen (m. s. Gregory Band I. S. 650 — 665.), was aber zu kostbar wäre ***). (M. s. die Figuren zu §. 176.)

181. Die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler müssen gegen das Eindringen des auf ihre Oberfläche fallenden Regenwassers geschützt, und deshalb mit möglichst grofsen Platten bedeckt werden, welche halb gespundet werden.

182. Ist die Spannung der Brücken-Gewölbe grofs, d. h. über 40 Fufs, so müssen die Gewölbe ganz von Quadern aufgeführt werden, zumal wenn sie flach sind; im entgegengesetzten Falle kann man auch gespitzte Bruchsteine und sogar gebrannte Ziegel nehmen. Der Kosten-Ersparung wegen nimmt man aber auch häufig nur zu den Häuptern

---

*) Man kann indessen die Kanten der Gewölbe, von ihren Anfängen nach oben hinauf, auslaufend abschrägen. Anm. d. Herausg.

**) So sollten die Pfeilerköpfe wohl immer gestaltet sein. Anm. d. Herausg.

***) Am einfachsten wird es wohl sein, die Hinterköpfe der Pfeiler halbkreisförmig zu machen. Anm. d. Herausg.

Quadern; zuweilen legt man noch dazwischen Gurte von Quadern, gleichlaufend mit den Häuptern, und auch wohl noch andere, gleichlaufend mit den Stirnflächen der Pfeiler. Gurte der ersten Art sind ganz verwerflich, weil sie sich weniger setzen, als die dazwischen liegenden aus kleineren Steinen bestehenden Theile des Gewölbes, was eine nachtheilige Trennung verursacht. Gurte der andern Art sind gut, wenn die Baucasse sie erlaubt *).

183. Dafs die Lagerfugen auf die innere Wölbung normal sein und die Stofsfugen so viel möglich gewechselt werden müssen, braucht kaum erwähnt zu werden.

184. Das Vorstehende ist hinreichend, die Gestalt jedes einzelnen Wölbsteins zu finden, wenn die wagerechten Projectionen der Ebenen der beiden Häupter normal auf die der Stirnflächen der Pfeiler stehen, welche letztere stets mit der Richtung des Stromstrichs gleichlaufend sein müssen, jene aber gleichlaufend mit der Richtung der Strafse. Im entgegengesetzten Fall giebt es sogenannte schiefe Gewölbe. Davon ist ausführlich im gegenwärtigen Journale (Band II. S. 444. bis 463.) die Rede gewesen.

185. Wenn man will, dafs die Fuhrwerke vom Kay auf die darauf normal gerichtete Brücke nicht eine zu unbequeme Wendung machen müssen, so erweitert man die Auffahrten duch Auskragungen in den Winkeln, welche die Häupter mit den Futter- oder Flügelmauern bilden, wovon Beispiele in Perronet's Werke vorkommen.

(Die Fortsetzung im nächsten Hefte.)

*) Ein Brücken-Gewölbe aus verschiedenartigen, z. B. behauenen und unbehauenen Steinen, oder aus Steinen und Ziegeln und dergleichen zu bauen, ist unter allen Umständen und unbedingt verwerflich, weil in einem guten Gewölbe gerade ein Stein so viel zu tragen bekommen soll, als der andere, und die schwächern von den stärkern nicht etwa mitgetragen werden können, sondern Ursache sind, dafs diese aus ihrer Stelle weichen. Der Herausgeber errinnert sich ein schadhaft gewordenes grofses Brückengewölbe gesehen zu haben, wo die äufseren Einfassungen, die aus behauenen Steinen bestanden, gänzlich hinausgedrängt waren und zwischen dem anstofsenden innern Gewölbe grofse Fugen liefsen, weil sich das innere Gewölbe, wie es eben gesagt ist, stärker zusammengedrängt hatte, als die Einfassungen, die also nach Aufsen hatten weichen müssen. Ersparungen, die man auf solche Weise zu machen sucht, werden nur zu oft sehr bald zu argen Verschwendungen. Auch beruht die Ersparung selbst anfänglich öfters nur auf einer Täuschung. So z. B. verhält es sich gewöhnlich auch in einem ähnlichen Falle bei Wasser-Mauern, wenn man sie inwendig von rohen Steinen macht und auswendig mit Quadern plattirt. Eine solche Mauer mufs viel stärker sein als eine Mauer von regelmäfsigen Steinen und ist dennoch blofs ein unsicheres Flickwerk. Sind Quadern gar zu theuer, so nehme man gute Ziegel. Es lassen sich sogenannte Klinker verfertigen, die zu Wassermauern, wie die Erfahrung gezeigt hat, vollkommen tauglich sind. Anm. d. Herausg.

17.

Bemerkungen über die Theorie des Mörtels, und der Kalk-Cemente.

(Vom Herrn *Vicat,* Ingenieur en chef des ponts et chaussées.)

(Aus dem *Journal du génie civil etc.* des Herrn Corréard, 9tes Heft (3ter Band) Mai 1829.)

Das Erhärten des Mörtels ist von je her ein Gegenstand von Controversen gewesen. Vitruv schon beschäftigte sich damit, und in neuerer Zeit haben mehrere berühmte Chemiker dasselbe zum Gegenstande ihrer Untersuchungen gemacht. Es würde zu weitläufig und nutzlos sein, alle aufgestellten sonderbaren und wunderlichen Erklärungen aufzuzählen. Schon ihre Menge beweiset ihre Unhaltbarkeit. Wir wollen uns begnügen, die merkwürdigsten und wahrscheinlichsten Hypothesen so kurz als möglich zu untersuchen, voraussetzend, daſs dem Leser die vorzüglichsten Thatsachen gegenwärtig sind.

Man hat die Erhärtung des Mörtels zunächst der Wieder-Erzeugung des Kalkes durch die langsame und allmälige Wirkung der Kohlensäure der Atmosphäre zugeschrieben. Diese durch Black, C. Hyggins, Achard und Andere zu Ansehen gebrachte Voraussetzung ist lange herrschend gewesen. Aber d'Arcet fand, als er Mörtel aus den Ruinen der Bastille untersuchte, nur die Hälfte der zum Sättigen des Kalks nöthigen Säure darin, und kürzlich hat Herr John aus Berlin gefunden, daſs sehr alter und harter Mörtel bei weitem nicht einmal dieses Maaſs enthalte. Nach solchen und unseren eigenen Erfahrungen über die Schwierigkeit, welche die Kohlensäure findet, tief in Mauerwerk einzudringen, konnte die Erklärung nicht bestehen.

Die Versuche von Guyton-Morveau über die Wechselwirkungen des Wassers, des Kalks und der Auflösungen von Kiesel- und Thon-Erde in der Potasche oder der Soda, auf nassem Wege, haben mit einiger Wahrscheinlichkeit zu der Vermuthung Anlaſs gegeben, daſs die chemische Verwandtschaft in guten Mörteln eine wesentliche Rolle spiele, und daſs

ein Theil der Thon-Erde und Kiesel-Erde im Sande, von Kalk angegriffen sich mit diesem verbinde. Diese Ansicht, bei welcher unsere ersten Untersuchungen stehen blieben, war auch eine Zeitlang diejenige des Herrn John. Aber dieser Chemiker erkannte bald die Unzulänglichkeit der Erklärung, indem er sich durch directe Versuche überzeugte, dafs ätzender Kalk, selbst siedend, den Quarz nicht angreift. Bald nachher (auf Anlafs von Einwürfen des Herrn Berthier) haben wir uns durch die Zerlegung von 18 Monat altem Mörtel (dessen Sand vorher sehr genau gewogen war) vermittelst Salzsäure, davon überzeugt, dafs auch der hydraulische Kalk auf Granit-Sand nicht wirkt.

Unter diesen Umständen reduciren sich die Resultate der besten Erfahrungen darauf, dafs weder eine Verbindung des Kalkes mit dem Sande, noch eine wesentliche Verwandlung des Kalks in kohlengesäuerten Stoff durch Einwirkung eines Stoffes von aufsen her Statt findet.

Es bleibt also nur übrig, den möglichen Einflufs einer mechanischen Verbindung der Theile, oder eines blofsen Ineinanderhäkelns, oder der eigenthümlichen Cohäsion des Kalkes, im Vergleich zu seiner Adhäsion an die von ihm umhüllten quarzigen und kalkigen Substanzen, zu erwägen.

Die Annahme eines blofsen Ineinanderhäkelns reicht nicht zu, weil zwei durch Zapfen und Löcher ohne Bindemittel verbundene Körper sich immer in gleichen Querschnitten in der Verbindung selbst trennen und nicht anderswo, wenn eine Kraft in beliebiger Richtung auf die Zusammenfügung dieselben zu zerbrechen strebt. Hieraus würde folgen, dafs kein Mörtel einen stärkeren Widerstand haben könne, als seine Hauptmasse (Gangmasse, *gangue*).

Macquer scheint zuerst den Widerstand des Mörtels durch die Adhäsion des Kalks, mit seiner Cohäsion verglichen, erklärt zu haben: „Die grofse Feinheit dieser Masse," sagt er, „und die aufserordentliche Zertheilung, wodurch sie gleichsam ganz in Oberfläche verwandelt wird, giebt ihr die Fähigkeit, sich sehr innig an die Oberfläche des Sandes anzuschliefsen und daran mit einer Kraft zu hängen, die mit der Genauigkeit und Innigkeit der Berührung im Verhältnifs steht."

Dieser Chemiker erklärt übrigens den Umstand, dafs das Aggregat härter ist als das Gestein, aus der Eigenschaft des gelöschten Kalkes, an harte Körper stärker zu adhäriren als an sich selbst, oder mit anderen Worten, daraus, dafs seine Adhäsion gröfser ist als seine Cohäsion. Dieses System

ist kürzlich von Herrn Girard, *Ingenieur des ponts et chaussées*, weiter entwickelt worden.

Loriot und Lafaye haben in der Aggregation der Mörteltheile nur ein Ineinanderhäkeln erblickt; auch haben sie alle ihre Bemühungen nur darauf gerichtet, die Hauptmasse (Gangmasse) des Mörtels zu vervollkommnen und ihr eine grofse Dichtigkeit zu geben, theils durch ein Lösch-Verfahren, welches die Materie wenig zertheilt und nur wenig Wasser erfordert, theils durch Zusatz von gepulvertem ungelöschtem Kalk nach dem Löschen. Die Erfahrung hat diese Ansicht aber nicht ganz gerechtfertigt.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir, um die Untersuchung nicht zu sehr zu verwickeln, zu erklären suchen, was unter Adhäsion zu verstehen sei, und dann das System Macquer's von allen Seiten betrachten.

Die Adhäsion ist das Resultat der innern unbekannten Kräfte, welche nur bei unmittelbarer Berührung wirksam sind; sie ist daher zwischen harten und harten Körpern um so stärker, je glätter die Oberflächen sind, und zwischen weichen, oder flüssigen und harten Körpern um so stärker, je rauher die Oberflächen sind. Die Rauhigkeit der Oberfläche, welche die Berührungs-Fläche vergröfsert, kann aber die Festigkeit eines Aggregats nicht vermehren, wenn die Cohäsion der Hauptmasse viel geringer ist als seine Adhäsion, weil der Bruch, oder die Trennung der Theile immer in der Hauptmasse Statt finden kann, und jeder Überschufs der Adhäsion über diejenige Grenze, welche die bezeichnete Ungleichheit bestimmt, wird offenbar überflüssig sein.

Die erste Folge aus dieser Bemerkung ist, dafs bei gleicher Gröfse der Granitstücke in derselben Gattung Sand, die gröfsere oder geringere Glätte derselben keinen Einflufs auf die Festigkeit des Mörtels aus hydraulischem Kalk haben kann.

Die Aggregate haben vier verschiedene Fälle.

1) Die Gangmasse kann sich ohne merkliche Zusammenziehung erhärten, und ihre Adhäsion ist viel gröfser als die Cohäsion. Sie werde durch G_1 bezeichnet.

2) Die Gangmasse kann sich nicht ohne Zusammenziehung erhärten, und ihre Adhäsion ist gröfser als ihre Cohäsion. Sie heifse G_2.

3) Die Gangmasse kann ohne merkliche Zusammenziehung hart werden, aber ihre Adhäsion ist viel geringer als die Cohäsion. Sie heifse G_3.

4) Die Gangmasse kann sich nicht ohne Zusammenziehung erhärten, und ihre Cohäsion ist stärker als ihre Adhäsion. Sie heiſse G_4.

Wahrscheinliche Folgerungen für den ersten Fall. 1) Die Gangmasse G_1 scheint immer nur einen geringeren absoluten Widerstand leisten zu müssen als das Aggregat, da ihr Bruch frei in einer ebenen Oberfläche von geringerem Widerstande erfolgen kann, während die Bruchfläche des Aggregats nur eine unregelmäſsige Fläche von gröſserem Inhalt sein kann.

2) In gleichen Verhältnissen wird der Widerstand der Zusammensetzung von der Gröſse der Sandkörner unabhängig sein, wenn die Körner übrigens ungefähr ähnlich sind, indem die Bruchfläche in allen Fällen denselben Inhalt behalten wird und die losgerissenen Stücke mit ebener oder gekrümmter Oberfläche dieselben Elemente unter derselben Neigung darbieten werden.

3) In allen Fällen wird die Verschiedenheit der Menge des zugesetzten Sandes die Verschiedenheit des Widerstandes zur Folge haben, weil der Inhalt der Bruchfläche von dieser Verschiedenheit abhängt.

4) Die Natur des Sandes wird unter übrigens gleichen Umständen völlig gleichgültig sein, wenn seine eigene Cohäsion diejenige der Gangmasse übertrifft.

Der hydraulische und der stark-hydraulische Kalk liefert die einzigen Gangmassen, welche man mit Gewiſsheit den mit G_1 bezeichneten gleich stellen kann. Daher werden die Mörtel aus diesen Kalk-Arten den obigen vier Folgerungen Genüge leisten müssen. Die Erfahrung lehrt aber, daſs die zweite und vierte niemals, und die dritte dann nicht Statt findet, wenn der Mörtel vergraben ist.

Übrigens sieht man, daſs nichts gewonnen werden würde, wenn man die obigen Folgerungen modificiren wollte. Denn kehrte man z. B. die beiden ersten um, so würde doch niemals eine Übereinstimmung mit der dritten und vierten, welche unleugbar sind, Statt finden. In der That läſst sich die Materie nicht mathematischen Vorstellungen unterwerfen, aus welchen die drei ersten Folgerungen hervorgehen; denn in der Wirklichkeit ist die Rauhigkeit und zufällige Beschaffenheit der Bruchfläche der festen Masse eines Hydrats von hydraulischem Kalk ungefähr von derselben Art, wie die der Bruchfläche des Mörtels aus Sand von gewöhnlichem

Korn; auch sind die mathematischen Unterschiede des Inhaltes der Bruchflächen, physisch gesprochen, unbedeutend gegen die grofsen Unterschiede, welche die Erfahrung zwischen dem wirklichen Widerstande des Mörtels und dem der Gangmasse ergiebt.

Wahrscheinliche Folgerungen für den zweiten Fall. 1) Die Gangmasse G_2 wird Zusammensetzungen von geringerem Widerstand geben als sie selbst hat, denn da der Sand nur der zusammenziehenden Bewegung der Masse im Ganzen folgen kann, so ist diese Bewegung genöthigt, sich gleichsam in eine unendliche Menge von partialen Zusammenziehungen zu theilen, woraus das Zerfallen in Pulver erfolgt.

Diese Betrachtung erklärt vollständig die schlechte Beschaffenheit des Mörtels aus fettem, auf die gewöhnliche Weise in vielem Wasser gelöschtem Kalk, und man braucht nach keiner anderen Ursache zu suchen.

Wahrscheinliche Folgerungen für den dritten Fall. 1) Die Gangmasse G_3 wird nothwendig Zusammensetzungen von geringerem Widerstande geben, als sie selbst hat, weil die eingebrachten Körper, wegen Mangels an Adhäsion, die Continuität der Kraft der Masse unterbrechen.

Diese Folgerung wird vollkommen durch das Beispiel des Bastard-Mörtels, einer Mengung von Gyps und Sand, gerechtfertigt, und sie würde es auch werden durch die Mörtel aus fettem Kalk, Loriot und Lafaye genannt, wenn bewiesen wäre, dafs in derselben die Cohäsion der Gangmasse ihre Adhäsion übertreffe, was aber wenigstens zweifelhaft ist.

Wahrscheinliche Folgerungen für den vierten Fall. 1) Die Gangmasse G_4 mufs die schlechteste aller Zusammensetzungen geben, was auch durch das Beispiel der Verbindungen von Thon und Sand von beliebigem Korn bestätigt wird.

Hieraus folgt also, dafs der Mörtel aus hydraulischem und stark-hydraulischem Kalk der einzige ist, den die Theorie der Aggregate nicht zu erklären vermag. Man wird also seine Zuflucht zu anderen Betrachtungen nehmen müssen. Die Schwierigkeiten werden meistens verschwinden, wenn man annimmt:

1) Dafs die Wirkung der Adhäsion nicht auf die Wirkung an der Berührungsfläche beschränkt ist, sondern dafs sie die der Gangmasse eigenthümliche Cohäsion in einer gewissen Ausdehnung vermehrt.

2) Daſs die Grenzen dieser Ausdehnung um so weiter sind, je mehr die Umstände bei der Mengung die Fortdauer der Molecular-Bewegung in der Gangmasse begünstigen.

3) Daſs die Cohäsion dieser Gangmasse mit der Entfernung ihrer Theile von der verbindenden Masse, die als Kern dient, in umgekehrtem Verhältniſs steht.

Wir werden diese Hypothese durch gewichtige Thatsachen und Betrachtungen zu unterstützen suchen. Untersucht man nemlich die Kalk-Incrustationen der Wände von Höhlen und besonders alter Wasserleitungen, so wird man finden, daſs die Dichtigkeit der Schichten von dem incrustirten Theil ab sich vermindert. Diese Thatsachen zeigen sich an mehreren Stücken der Rinne der Wasserleitung des Depart. Gard, welche wir vor Augen haben. Die Molecular-Bewegung, welche in den festen Körpern allmälig erfolgt, wird durch eine Menge von Beobachtungen auſser Zweifel gesetzt. Herr Arago hat uns auf unleugbare Beispiele an der Veränderung der Elasticität der Stahlfedern verwiesen; um so weniger läſst sich eine solche Bewegung in den Gangmassen des Hydrates von hydraulischem Kalk, welcher crystallisationsfähig zu sein scheint, bezweifeln. Es ist wissenschaftlichen Grundsätzen nicht zuwider, anzunehmen, daſs die Kalklage, welche zur Adhäsion an die Oberfläche eines harten Körpers gelangt, selbst zum harten Körper wird, in Vergleich gegen die folgende Schicht, und daſs diese Schichten nach und nach unter einander mit einer Kraft adhäriren, welche noch zu ihrer eigenthümlichen Cohäsionskraft hinzu kommt. Eine solche Verwandlung kann sehr lange dauern, besonders wenn der feuchte Zustand der Gangmassen dieselbe begünstigt.

Die sehr merkwürdigen Versuche des Herrn Petot, *Ingénieur des ponts et chaussées*, über die Beziehungen zwischen der Auflösbarkeit des mit Sand gemengten hydraulischen Kalks und den Verhältnissen der Mengung, lassen keinen Zweifel über die Wirkung der Gegenwart des Quarzes auf die Cohäsionskraft des Kalkes. Die Schlüsse aus diesen Beobachtungen sind nothwendig den obigen ähnlich.

Wir überlassen dem Leser, die Anwendung dieser Grundsätze auf die verschiedenen Grade des Widerstandes des Mörtels aus hydraulischem Kalk zu machen. Wegen des Mörtels aus fettem, von selbst oder durch Eintauchen in Wasser gelöschtem Kalke, beschränken wir uns auf die Bemerkung, daſs es besser sein wird, mit Herrn Petot anzunehmen, daſs die Gang-

masse, da sie sich nicht crystallisirt, den Sand nur zu Gunsten ihrer eigenen Cohäsion enthält, als zu versuchen, die Mittelmäfsigkeit des Mörtels durch die willkürliche Annahme des Übergewichts der Cohäsion über die Adhäsion der Gangmasse zu erklären.

Die Kalk-Cemente können mit dem Mörtel nicht verglichen werden. Ihr Festwerden bietet andere Erscheinungen dar, die man nur erst seit wenigen Jahren aus ihrem wahren Gesichtspuncte zu betrachten angefangen hat. Der fette Kalk, welcher die Quarzkörner eines gewöhnlichen Mörtels umgiebt, behält seine characteristische Eigenschaft, bis auf das kleinste Theilchen im Wasser auflöslich zu sein und viele Jahre weich zu bleiben, wenn die Luft keinen Zutritt zu ihm hat. Wird er aber mit einer kräftigen und pulverisirten Puzzolan- Erde in bestimmten Verhältnissen gemengt, so ändern sich die Umstände: der Kalk verschwindet gleichsam, wird unauflöslich und giebt der Mischung die Fähigkeit, in kurzer Zeit zu erhärten, sowohl im Wasser, als in Hüllen, welche gegen die Luft undurchdringlich sind.

Auf welche Weise aber ändert dieser Kalk seine Natur? Die Alten scheinen einen Theil dieser Thatsache der Fähigkeit der Puzzolan-Erde, eine grofse Menge Wassers zu absorbiren, zugeschrieben zu haben. Offenbar aber hört diese Wirkung auf, sobald die Puzzolan-Erde gesättigt ist. Und mengt man einen fetten Kalk, in Breiform, mit Puzzolan-Erde, die bis zur Sättigung getränkt ist, und taucht die Mengung unter Wasser, so wird sie nach einigen Tagen nicht weniger hart werden.

Mit Aufmerksamkeit die Bemerkungen des Herrn John lesend, über die Wirksamkeit der Puzzolanen, welche er der jeder Sorte Sand gleich setzt, und besonders die auffallende Behauptung „dafs der Kalkbrei, wenn er nicht allein und durch sich selbst hart wird, es auch nicht durch Mengung mit anderen Stoffen werden könne," haben wir eingesehen, dafs dieser Chemiker nicht die eingetauchten Cemente untersucht habe, und dafs also in diesem Puncte seine Autorität kein Gewicht hat.

Herr Berthier, *Ingenieur en chef des mines*, das Befremdende der Ansicht des Herrn John fühlend, versuchte das Hartwerden des hydraulischen Kalks durch die Dazwischenkunft der, nach Art einiger anderer Gas-Arten, in der porösen Puzzolan-Erde und analogen Substanzen in verdichtetem Zustande enthaltenen Kohlensäure, zu erklären. Aber die Analyse bestätigte diese Ansicht nicht; sie zeigte im Gegentheil, dafs die

meisten eingetauchten Cemente sehr wenig Kohlensäure enthalten. Auf 32,75 Kalk, welche 100 Theile Cement von Trafs geben, fand Herr John nur 2,25 Säure. Und wie könnte man aufserdem, nach jener Hypothese, die Zersetzung gewisser eingetauchter Cemente erklären, welche auf eine schon vorgerückte Erhärtung folgt, und durch welche chemische Verwandtschaft könnte der kohlensaure Kalk seine Säure fahren lassen, um wieder auflösbar zu werden?

Wir bleiben bei unserer früheren Ansicht, dafs der Kalk in den Cementen von natürlicher oder künstlicher Puzzolan-Erde, eben wie in den nicht calcinirten Cementen von Psamnit und Sand, mit diesen Substanzen eine chemische Verbindung eingeht; sie entspricht zahlreichen, bis jetzt als richtig anerkannten Thatsachen. Freilich können diese Thatsachen nicht als directe Beweise gelten, aber man weifs, dafs in solchen Dingen directe Beweise sehr schwer und zuweilen unmöglich sind.

18.

Bemerkungen über das Tragvermögen der Bögen aus eichenen Bohlen und über ihre Anwendung zu Brücken, nach Versuchen *).

(Von dem Herrn Bau-Inspector *Zimmermann* zu Lippstadt.)

Vor einigen Jahren wurde mir von einem Gutsbesitzer der Antrag gemacht, eine Brücke über den Lippflufs, auf der Strafse von Olfen nach Recklinghausen, in der Nähe des Hauses Ruschenburg, zu entwerfen, welche Brücke dort sehr nöthig ist, da die Fähre an dieser Stelle wegen der sehr bedeutenden Geschwindigkeit des Flusses, zu Zeiten gefährlich ist. Die Bedingung war, dafs die Brücke dauerhaft und standhaft gegen den Eisgang sein, hinreichendes Tragvermögen besitzen, Stirnmauern von Ziegeln haben, übrigens von Holz sein, und wenig kosten solle; ihre Ausführung ist wegen Veränderung der Verhältnisse bisher unterblieben.

Das Grundbette des Flusses an dieser Stelle, besteht aus Thon-Mergel, der in Verhärtung übergehet und in welchen sich Brückenpfähle nur etwa 4 Fufs tief eintreiben lassen, weil das Gestein dann zerklüftet und der Pfahl wieder lose und beweglich wird, was mit nahe stehenden Pfählen eines Brückenjoches um so mehr geschehen würde. Die Weite der Brücke mufste im Lichten, oder zwischen den Stirnmauern, wenigstens 100 Fufs sein, um einer Fluth von etwa 8000 Cubic-Fufs in der Secunde, welche hier nicht über die Ufer tritt, ohne zerstörende Geschwindigkeit

---

*) Dieser Aufsatz ist dem Herausgeber von dem Herrn Verfasser zugleich mit dem Aufsatze No. 1. im ersten Hefte dieses Bandes „Über Béton-Mörtel" für das Journal mitgetheilt worden, konnte aber damals wegen Mangel an Raum nicht sogleich mit aufgenommen werden. Der Herausgeber eilt jetzt um so mehr den gegenwärtigen Aufsatz zu liefern, da der Herr Verfasser desselben leider inzwischen verstorben ist. Herr Zimmermann war ein wohlunterrichteter, thätiger und ehrenwerther Baumeister, und der Herausgeber glaubt sein Andenken um so mehr hier öffentlich ehren zu müssen, da er vor mehr als 20 Jahren Herrn Zimmermann, schon fast beim Eintritt in dessen architectonische Laufbahn, kennen und schätzen zu lernen Gelegenheit hatte. Anm. d. Herausg.

Abflufs zu gewähren; und da die bekannte höchste Fluth 15 Fufs über das kleinste Wasser steigt, bei welchem der Flufs nur 3 bis 4 Fufs tief ist, die Unterkante der Strafsenbäume oder Brückenbalken aber wenigstens noch 3 Fufs über dem höchsten Wasserstande liegen mufs, schon wegen der Höhe der Ufer und der Strafse, so würden die Joche einer gewöhnlichen Brücke, 22 Fufs über dem Grunde freistehend, allen Gefahren der Zerstörung ausgesetzt sein, mit welchen ein Eisgang oder treibende Baumstämme sie bedrohen; denn der Eisgang erfolgt hier in der Regel bei einem Wasserstande von 9 bis 10 Fufs über dem kleinsten Wasser und die Geschwindigkeit beträgt alsdann mehr als 6 Fufs in der Secunde, so dafs der Stofs des Eises an einem Hebels-Arme von 14 Fufs und darüber auf die Pfähle, und also zerstörend auf das Bauwerk wirken würde.

Ich habe daher hier zu einer gewöhnlichen Jochbrücke nicht rathen dürfen, jedoch zur Vergleichung der Kosten, und unter der nicht stattfindenden Voraussetzung, dafs die Brückenpfähle wenigstens 12 Fufs tief in einen andern Grund eingetrieben werden könnten, den Aufwand für eine solche Brücke beispielsweise berechnet, nemlich wenn die Fahrbahn 18 Fufs breit gerechnet werden, und wenn die Brücke 4 Jochöffnungen und 3 Joche erhalten sollte, jedes aus 2 Pfahlreihen und jede Reihe aus 11 Pfählen bestehend, mit einer zwiefachen Reihe von Bandbalken umfafst und mit Bohlen bekleidet. Mit den hierzu gehörigen, unvermeidlich nöthigen nur aus einer Pfahlreihe bestehenden und ebenfalls mit Bohlen bekleideten 3 Eisbrechern würden die Kosten einer solchen Brücke an 5400 Thaler betragen haben, wenn der Preis des Eichenholzes, sehr gering, nur zu $8\frac{1}{2}$ Sgr. für den Cubic-Fufs angeschlagen wird.

Die Gründung eines oder zweier steinerner Mittelpfeiler würde wegen der Kosten und auch wegen Unterbrechung der Schiffahrt während des Baues, nicht gut möglich gewesen sein, denn sie würden nur mit Hülfe von Fangedämmen und Ausschöpfung des Wassers haben geschehen können, weil die Oberfläche des Mergels uneben ist, und die Vorsichts-Maafsregel, das Mauerwerk der Pfeiler mehrere Fufs tief in den festen Grund einzuschneiden, um die bei der grofsen Geschwindigkeit des Flusses zu besorgende Unterspühlung zu verhindern, nicht aufser Acht gelassen werden darf. Die Kosten eines solchen, von Ziegel-Mauerwerk aufgeführten Brückenpfeilers, mit dem dürftigsten Revetement von Werksteinen am Vor- und Hinterkopfe, würden nach einem sehr geringen Anschlage min-

destens 1600 Thaler betragen haben, was um so bedeutender war, da ein künstlicher und kostbarer Brückenverband dennoch dadurch nicht entbehrlich gemacht wurde.

Unter diesen Umständen beschloſs ich, die ganze Weite von 100 Fuſs, was nichts Ungewöhnliches ist, mit einem einzigen künstlichen Holzverbande zu überspannen und mich dazu der Bohlenbögen zu bedienen, weil jede andere Holz-Construction kostbarer und wegen der gröſseren Schwierigkeit der Auswechselung schadhaft gewordener Verbandstücke bedenklicher gewesen sein dürfte. Die von dem, leider zu früh verstorbenen, auch von mir dankbar und tief betrauerten Geheimen Ober-Bau-Rath Herrn Funk im Jahre 1799 über die Weser bei Minden erbaute Bohlenbogen-Brücke, die den Technikern durch seine Abhandlung „Über die vorzügliche Anwendbarkeit der Bohlenbögen zu hölzernen Brükken, welche groſse Öffnungen überspannen, Rinteln bei Steuber, 1812, in Commission bei Carl Cnobloch in Leipzig." bekannt ist, durfte mir bei der Wahl der Construction um so mehr Vertrauen einflöſsen, als diese Brücke nunmehr dasjenige Alter erreicht hat, welches ihr Erbauer auf 30 Jahre voraussetzte, und noch immer, obgleich häufig, wie es mir scheint aus dem Grunde, daſs die Bohlenbögen keine Bedachung haben, schadhaft gewordene Bohlenstücke haben ausgewechselt werden müssen, fortbesteht und die gröſsten Lasten trägt, wenn gleich die Höhe der Bögen nur gering ist, die Bogenfüſse frei aufstehen, unmittelbar im Scheitel der Bögen eine nachtheilige Fuge sich befindet und die Bogen keine Verbindung unter sich haben, so daſs sie, wenn Lasten darüber gefahren werden, nach der Seite schwanken, sichtbar angespannt werden und wieder nachgeben.

Herr Funk hat über das Tragvermögen der Bogen von eichenen Bohlen die Resultate mehrerer Versuche mit Modellen mitgetheilt, nach welchen, besonders aber nach dem Beispiele der Weser-Brücke, das Gewicht, unter welchem ein eichener Bohlenbogen zerbricht, durch $85030 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$, und dasjenige, welches er mit völliger Sicherheit zu tragen vermag, durch $25045 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$ ausgedrückt wird, wie solches weiterhin näher erläutert werden wird; das sichere Tragvermögen ist also $3\frac{2}{5}$ mal kleiner angenommen als dasjenige bis zum Bruche des Bogens. Ferner wird das Tragvermögen in der gedachten Abhandlung nach der Analogie gerader Brücken-Balken beurtheilt, und es heiſst bloſs, daſs die Bögen der Mo-

delle zerbrochen wären, ohne weitere Erläuterung, auf welche Weise der Bruch und an welcher Stelle er erfolgt sei. Da auch die Versuchszahlen, welche aus den Gewichten abgeleitet werden, die die Bogen bis zum Bruche getragen haben, obgleich der Sinus darauf Einflufs hat, wohl zu sehr von einander abweichen, so wünschte ich mich durch eigene Anschauung über diesen Gegenstand, so wie über die Bewegungen belasteter Bohlenbögen überhaupt, ehe ich sie anwendete, zu belehren. Dieses veranlafste die hier unten folgenden Versuche, deren Mittheilung ich für Pflicht gehalten, da sie das Vertrauen bestätigen, welches den nach ihrem Erfinder und zu seinem Andenken so benannten Funkschen Bohlenbogen-Brücken gebührt.

Die über die Lippe beim Hause Ruschenburg projectirte Brücke, sollte wie folgt construirt werden.

Die doppelten Bohlenbögen an beiden Seiten sollten im Holze zusammen 24 Zoll dick, 25 Zoll hoch, und mit einem mittleren, der Sehne gleichen Halbmesser von 106 Fufs beschrieben werden, so dafs der Bogen ein Sextant, und der Winkel, den die Sehne des halben mit der Sehne des ganzen Bogens macht, 15 Grad, der Mittelpuncts-Winkel aber 60 Grad betrüge. Die Bogenfüfse sollten in besondern, im Mauerwerke der Widerlager angebrachten Kammern oder Vertiefungen eingespannt und verkeilt, und damit sie nicht unmittelbar mit dem Mauerwerke in Berührung kämen, die Kammern mit Bohlen ausgefüttert werden. Im Scheitel der Bögen sollte keine Fuge sein; die beiden Schlufsstücke jedes Bogens sollten aus krumm gewachsenen Hölzern bestehen, deren eines kürzer als das andere ist, um die Fugen zu verwechseln. Über den Scheitel der Bögen sollten ein, und in gleichen Entfernungen davon noch zwei Zangen oder Band-Balken übergeschnitten und befestigt werden, um die beiden Bohlenbögen fest mit einander zu verbinden, und nebst der Befestigung am Fufs das Schwanken der Bögen nach den Seiten zu verhindern. Die Passage über die Brücke sollte unter diesen Zangen hingehen; die Höhe der Unterkante der vom Scheitel entferntesten Zange über dem Brückenbelag sollte 14 Fufs betragen, was für den höchsten beladenen Heuwagen hinreichend war. Die gegen Sturmwinde durch Kreuze und Windruthen festverstrebte Brücke sollte an beiden Enden, auf den 100 Fufs von einander entfernten Widerlagern aufliegen und vermittelst eiserner Stangen an die Bohlenbögen angehangen werden.

Das Tragvermögen dieser Brücke würde ohne auf die durch die Befestigung der Bogenfüſse und die obere Verbindung der Bögen zu erlangende ungemeine Vermehrung zu rechnen, nach dem von Herrn Funk aufgestellten Ausdrucke $25045 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$, für Einen Bohlenbogen 81026 Pfund und für beide 162052 Pfund betragen haben. Es ist aber mit Sicherheit, wie sich weiter hin zeigen wird, wenigstens zu 183000 Pfund anzunehmen. Da nun die Brücken-Fahrbahn 119000 Pfund, und Ein Bohlenbogen, weil nur das halbe Gewicht für jeden in Rechnung zu bringen ist, 24000 Pfund gewogen haben würde, so blieben für die Passage noch 40000 Pfund übrig, welches sicher mehr ist als dieses Gewicht jemals betragen konnte.

Da indessen die Brücke frei im Felde lag und nicht unter beständiger Aufsicht sein konnte, der Übergang von Truppen aber, besonders von Infanterie, in geschlossenen Colonnen und im Geschwindschritt marschirend (was wohl zu den gefährlichsten Proben des Tragvermögens einer Brücke gehört und worüber es noch an Erfahrungen fehlt), derselben vielleicht gefährlich werden konnte, auch das Zuviel in allen Fällen, nach so manchen unglücklichen Erfahrungen, immer besser ist als das Gewagte, da ferner die Kosten nicht gerade bedeutend vermehrt wurden, und endlich, um bei Reparaturen eine oder die andere der tragenden Vorrichtungen entlasten zu können, während die andere im Stande blieb nicht gar zur schwere Fuhrwerke zu tragen, entschloſs ich mich, die Bohlenbögen noch durch Drathseile zu unterstützen, nachdem ich über den Widerstand mehrerer Drathsorten gegen das Zerreiſsen, besonders aber über den Einfluſs des Stoſses auf die Festigkeit des Drathes, mehrfache Versuche angestellt hatte.

Es sollten also vier Drathseile über Pfeiler gehangen werden, welche auf den Widerlagern der Brücke aufgemauert wurden, und die Drathseile die Brücke allenfalls allein zu tragen im Stande sein. Sie waren daher so stark, daſs sie mit einem dreifach gröſseren Tragvermögen bis zum Zerreiſsen, also mit völliger Sicherheit der Wirkung eines gleich vertheilten Gewichts von 70000 Pfund, und für ungewöhnliche Fälle auch einem Gewichte von 130000 bis 140000 Pfunden Widerstand zu leisten vermogten.

Da beide Unterstützungen genau mit einander verbunden waren, und auf gleiche Art das Gewicht unter sich trugen, so würden sie vereint, nach den Voraussetzungen des Herrn Funk, ein vollkommen sicheres Tragvermögen von 232000 Pfunden und nach meinen Schluſsfolgerungen

von 253000 Pfunden gehabt haben. Es würden also, nach Abzug des Gewichts der Brücke, der Bohlenbogen und der Drathseile von 145000 Pfunden, für die zufällige Belastung noch 87000 bis 108000 Pfund übrig geblieben sein, und also das Tragvermögen dasjenige der Weserbrücke und der v. Wiebekingschen Augsburger Brücke, wenigstens $1\frac{1}{2}$ mal, das der sämmtlichen übrigen v. Wiebekingschen Brücken aber 3 mal übertroffen haben, wenn man den Ermittelungen des Herrn Funk folgt.

Die beiden Curven, welche die Brücke tragen sollten und von welchen die eine hoch über den Fluſs gespannt war, die andere aber herab hing, fielen im Bilde nicht unangenehm in das Auge; auch war die Verzierung der Bohlenbögen durch eine gesimsartige Verdachung und durch einen Anstrich mit weiſser Ölfarbe, der mit den schwarz gefärbten Zugstangen und Drathseilen contrastirte, bedacht.

Mit den zur Aufstellung der Bohlenbögen nöthigen Rüstungen würde die Bohlenbogen-Brücke allein, und zwar wegen der Unbekanntschaft der Werkleute mit dergleichen Constructionen zu hohen Preisen gerechnet, nur 4121 Thaler, mithin an 1290 Thaler oder beinahe ein Drittheil weniger als eine gewöhnliche Jochbrücke, mit den Drathseilen aber gegen 5114 Thaler, also noch immer 300 Thaler weniger als letztere gekostet haben.

Da jedoch das Urtheil eines erfahrenen Meisters der Technik, die Drathbrücke wegen der völligen Zulänglichkeit der Bohlenbogen-Brücke für ganz überflüssig erachtete, so würde sie bei der Ausführung weggeblieben sein.

Nach dieser nur zu umständlichen Einleitung, welche ich jedoch nicht umgehen konnte, um die Beweggründe zu rechtfertigen, welche mich zu meinen Versuchen veranlaſsten, kehre ich zu letzteren zurück.

Die zu den Versuchen bestimmten Bohlenbögen waren sämmtlich doppelt, oder aus zwei Bohlen zusammengesetzt, aus 12 Monat altem Holze zwischen Kern und Splint, ohne besondere Rücksicht auf die Lage der Holzringe geschnitten, sämmtlich 1 Zoll breit oder dick, jede Bohle also $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{25}{24}$ Zoll vertical hoch. Die Sehne der mittleren Rundung, nemlich der Mittellinie zwischen der oberen und unteren Rundung, betrug 53 Zoll. Sie waren daher Modelle zu den Bohlenbögen der Brücke bei Ruschenburg, die 106 Fuſs weit spannen und im Holze 24 Zoll dick und 25 Zoll hoch sein sollten, nach dem Maaſsstabe von $\frac{1}{2}$ Zoll auf den Fuſs.

Die Füſse der Bögen wurden gegen feste hölzerne Widerlager gestemmt und in einem Einschnitt der Widerlager, 2 Zoll tief seitwärts, verkeilt, so daſs jeder Bogen über die Sehne der mittleren Rundung hinaus, für diese Versenkung noch etwa um 2 Zoll im Holze verlängert werden muſste. Jede Bohle war an die andere mit 8 eisernen Stiften von $\frac{1}{24}$ Zoll dick, jedoch ohne Schrauben und Köpfe befestigt, was besonders anzumerken ist, da als die Bohlen bei den Versuchen sich von einander trennten, die Stifte häufig durch das Holz gezogen wurden, was nicht hätte geschehen können, wenn sie Köpfe und Muttern gehabt hätten.

Die Bohlenstücke waren im Modelle $4\frac{2}{3}$ bis $4\frac{3}{4}$ Zoll lang und die letzten Bohlen an den Widerlagern, welche die Füſse der Bögen bildeten, bald etwas länger bald kürzer.

Genau auf die Mitte der Länge einer Bohle des einfachen vorderen Bogens, waren zwei Bohlen des hintern Bogens, zusammen 1 Zoll dick, gestoſsen, und die Fugen nach dem Mittelpuncte der Rundung geschnitten; eine der Fugen ging daher auch, wie bei den Funkschen Bohlenbögen, durch den Scheitel.

Die Modelle waren schlicht, ohne besondere Vorsicht verfertigt und die Fugen nicht vollkommen dicht zusammengepreſst, so daſs sie an einigen Bögen sichtbar aus einander standen.

Diese Modelle waren folgende:

1) Ein Bohlenbogen, dessen Sehne der halben mittleren Rundung mit der ganzen mittleren Rundung oder mit dem Horizonte einen Winkel von 10 Graden bildete, dessen Mittelpunctswinkel also 40 Grad betrug.

2) Ein dergleichen von 12 Grad, also mit einem Mittelpunctswinkel von 48 Grad.

3) Ein dergleichen von 14 Grad und einem Mittelpunctswinkel von 56 Grad.

4) Ein dergleichen von 15 Grad und einem Mittelpunctswinkel von 60 Grad.

5) Zwei Bohlenbögen wie zuvor von 15 Grad, deren Füſse, wie vorhin bemerkt, gut in den Widerlagern befestigt und durch fünf über die Bögen geschnittene Zangen, von welchen die äuſserste 10 Zoll vom Scheitel des Bogens horizontal gemessen entfernt war, zusammengehalten wurden.

Zur Unterlage der Modelle diente ein starker hölzerner Rahmen, dessen Querschwellen an beiden Enden die Widerlager vorstellten, in welche Einschnitte für die Füfse der Bögen gemacht waren. Dieser Rahmen wurde frei auf zwei Unterstützungen gelegt. Über die Bögen waren, in 7 gleich vertheilten Puncten Seile befestigt, welche ein starkes, horizontal und frei hangendes Brett trugen, auf welches die Gewichte gestellt wurden.

Die Belastung geschah in Zwischenräumen, erst durch Anfüllung eines Kastens mit Sand, dann durch Aufsetzen von Gewichten, nach Möglichkeit gleichförmig vertheilt. Die Fläche worauf diese Gewichte vertheilt wurden, hatte ungefähr die Länge der Brückenbahn von 50 Zoll, war jedoch etwas breiter.

Um zu beobachten, wie viel der Scheitel der Bögen unter der Belastung sinke, wurde um zwei an den Widerlagern befestigte Stäbchen ein Faden geschlungen, welcher den Scheitel des Bogens tangentirte; man konnte also von dem Faden abwärts das Sinken bis auf $\frac{1}{16}$ Zoll deutlich wahrnehmen. Die Versuche dauerten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden, die mit den Bögen No. 5. im 5ten Versuche einen ganzen Tag.

Man bemerkte bei den Versuchen, dafs die Bohlenbögen, weit entfernt wie einfache Balken unter gleichförmiger Belastung, etwa an einer besonders schwachen Stelle des Holzes zu zerbrechen, vielmehr ganz wie Gewölbe sich verhielten, dafs die Gewölbstücke oder Bohlen sich beim Einstürzen um ihre obere Kante dreheten, dafs die Bohlen, unter gleichförmiger Belastung, nie im Scheitel, sondern jederzeit in der letzten Fuge an den Schenkeln von einander sich trennten (wovon nur allein aus den an ihrem Orte angeführten Gründen der Versuch No. 6. ausgenommen ist), dafs die letzten Bohlenstücke an den Schenkeln, da wo die Schrauben befindlich, nur dann aus einander barsten, wenn das Einsinken erfolgte, wie bei dem Versuche No. 1., oder dafs die obere Kante der vorletzten Bohle an den Schenkeln, wenn der Bogen sich um diese Kante drehte, abgestumpft wurde und das Holz sich zusammendrückte, wie bei den Versuchen No. 2. und 3. bemerkt wurde und (Taf. X. Fig. 1.) verdeutlicht ist, dafs sie aber nie wirklich durchbrachen.

Die Veränderungen der Curve wurden bei allen Versuchen, No. 6. ausgenommen, gleichförmig beobachtet.

Wenn der Bogen etwa mit $\frac{2}{3}$ des Gewichts belastet war, unter welchem er zerbrach, so war er vollkommen schön zusammengespannt, und

aufser der bei den Versuchen näher angegebenen Senkung des Scheitels, war gar keine Deformation der Curve bemerklich; alle Fugen schlossen dicht an einander, und wenn man den Bogen mit den Händen berührte, so überzeugte man sich von seiner festen Spannung und Stabilität. Legte man Gewichte hinzu, so war es nöthig die einzelnen frei aufgestellten Bögen seitwärts mit der Hand gegen das Umfallen zu schützen. Dieses war bei dem Versuche No. 2. nicht geschehen, daher fiel der Bogen, nachdem er bis dahin ohne alle Stütze frei gestanden, unter dem Gewichte von 630 Pfund, indem die eisernen Stifte sich herauszogen, plötzlich nach der Seite um, ohne zu zerbrechen.

Bei dem bis zu $\frac{7}{8}$ vermehrten Gewichte wurden gewöhnlich die eine, und bei dem Versuche No. 1. beide Seiten des Bogens vom Scheitel ab allmälig gerader; oder es wurde auch die eine Seite fast zur geraden Linie, während die andere Seite aufschwoll. Bei fernerem Zusatz von Gewichten bauchte sich die bis dahin noch fast gerade Linie unterwärts aus; die Ausbauchung unterwärts war so bedeutend, dafs sie über $\frac{1}{8}$ Zoll betrug; dann erfolgte das Zerspalten oder Zusammenstauchen der letzten Bohlenstücke, wie oben bemerkt, und gleichzeitig das Umdrehen des Bogens um die Oberkante des letzten Bohlenstücks und das Zusammenstürzen des Bogens.

Ehe die Deformation der Curve deutlich zu bemerken war, fingen schon die Fugen der letzten Gewölbstücke bei den Widerlagern an unten zu klaffen und oben sich fest in einander zu drücken; die andern Fugen des Bogens, näher an dem Scheitel, blieben dicht geschlossen, und man konnte bei allen 4 Versuchen die Stelle, an welcher der Bogen auseinander gehen oder einsinken würde, jederzeit in den letzten Fugen an den Schenkeln, vorhersehen. Mit der Deformation der Curve nahm das Klaffen der Fugen immer mehr zu, bis zum Einsturze.

Die Figuren zeigen solches näher.

Fig. 2. zeigt den Bogen, ehe eine bedeutende Senkung und Deformation erfolgt war.

Fig. 3. stellt den Bogen vor, nachdem sich, etwa unter $\frac{3}{4}$ des Gewichts, die Brechungsfugen an den Schenkeln deutlich gezeigt hatten.

Fig. 4. zeigt, wie sich der Bogen auf der einen Seite abflächt und seine Rundung fast zur geraden Linie wird, während er auf der anderen Seite aufschwillt.

Fig. 5. zeigt, wie die Abflächung am Schenkel zur Ausbauchung wird, und die Fugen weit klaffen, worauf dann der Bruch erfolgt.

Als die Belastung fast ihre Grenze erreicht hatte, oder etwa unter $\frac{7}{8}$ des Gewichts, zeigten sich in der obern Längen-Ansicht, oder seitwärts von den Widerlagern aus gesehen, krampfhafte, wellenförmige Längen-Bewegungen; der Bogen versuchte bald rechts, bald links, in der Mitte, und zwischen den Schenkeln und der Mitte, gerade an den Bruchstellen, seitwärts auszuweichen, und konnte daran nur durch die angestrengteste Kraft eines Mannes, der sich mit den Händen dagegen stemmte, gehindert werden.

Bei dem Versuche No. 4. konnte der Gehülfe den Bogen, der sonst noch bedeutend mehr getragen haben würde, nicht länger halten; jedoch erfolgte der Einsturz augenblicklich nach dem Zurückziehen der bloſs angelegten Hand, und ehe der Bogen, der bloſs im Scheitel seitwärts ausgebogen war, umfiel.

Versuch No. I.

Der Mittelpunctswinkel des Bogens betrug 40 Grad, der Winkel der Sehne der Hälfte des Bogens mit dem Horizonte 10 Grad; das eigene Gewicht von 2 Pfund ist mit eingeschlossen. Die Gewichte wurden bei allen Versuchen allmälig zu 20 bis 25 Pfund und am Ende des Versuchs noch kleiner aufgelegt.

Gewicht.	Senkung des Scheitels.
100 Pfund,	$\frac{3}{16}$ Zoll,
200 -	$\frac{5}{16}$ -
340 -	$\frac{7}{16}$ -
430 -	$\frac{8}{16}$ -
480 -	der Bogen ist sehr fest zusammengedrückt.
503 -	
543 -	nicht bemerkt.
583 -	
610 -	der Bogen stürzte ein, nachdem er 610 Pfund etwa 10 Minuten lang ruhig getragen hatte.

Versuch No. II.

Der Mittelpunctswinkel des Bogens war 48 Grad, mit dem Horizonte machte die Sehne seiner Hälfte einen Winkel von 12 Grad.

Gewicht.	Senkung des Scheitels.	
100 Pfund,	$\frac{1}{16}$ Zoll,	
200 -	— -	
250 -	$\frac{2}{16}$ -	
300 -	— -	
350 -	$\frac{5}{32}$ -	
400 -	— -	
440 -	$\frac{3}{16}$ -	
470 -	— -	
505 -	— -	
530 -	$\frac{5}{16}$ -	der eine Schenkel des Bogens fing an gerade zu werden.
555 -	— -	
584 -	die Fugen in den Schenkeln klafften stark.	
590 -		

630 - der freistehende Bogen, der das Gewicht von 630 Pfund etwa 5 Minuten lang ruhig getragen hatte, fiel plötzlich nach der Seite um, und ging, ohne zu zerbrechen, an 3 Stellen auseinander, nemlich in den beiden Fugen zunächst an den Widerlagern und im Scheitel, weil die eisernen Stifte herausgezogen wurden. Allen Anzeigen nach würde der Bogen ohne diesen Unfall wenigstens 700 Pfund getragen haben. Der Versuch dauerte zwei Stunden.

Versuch No. III.

Der Bohlenbogen hatte 56 Grad Centriwinkel, die Sehne seiner Hälfte machte mit dem Horizonte einen Winkel von 14 Grad.

Gleich beim Einsetzen des Bohlenbogens in die Widerlager zeigte sich an einem Ende des Bogens, an der zweiten Fuge vom Widerlager ab, und am Ende des zweiten Bohlenstücks, eine ungesunde, rissige und rothfaule Stelle im Holze, welche Mifstrauen erregte, was bei der starken Senkung des Scheitels während des Versuchs zunahm.

Gewicht.	Senkung des Scheitels.
$181\frac{1}{2}$ Pfund,	$\frac{4}{16}$ Zoll,
281 -	— -
331 -	— -
381 -	$\frac{9}{16}$ -
431 -	— -

Gewicht.	Senkung des Scheitels.	
459 Pfund,	— Zoll,	
509 -	— -	
529 -	— -	
549 -	— -	
554 -	$\frac{12}{16}$ -	der Bogen war an dem einem Ende schon ganz deformirt, während das andere Ende noch gar keine Bewegung zeigte.
589 -	— -	
596 -	— -	
600 -	— -	
620 -	— -	

627 - der Bruch geschah auf die Weise, dafs die erste und zweite Fuge von dem Widerlager ab, nebst der mittleren, hintern, von diesen beiden letzten Bohlenstücken am Ende des Bogens überdeckten Fugen, an der vorerwähnten schlechten Holzstelle sich trennten, wobei die rissige und faule Stelle spaltete. Am anderen Ende des Bogens hatte sich die erste Fuge vom Widerlager ab, nur erst unbedeutend unten geöffnet. Der Bogen hätte sonst allen Anzeigen nach ein bedeutend gröfseres Gewicht getragen.

Versuch No. IV.

Der Bogen hatte 60 Grad Centriwinkel, die Sehne seiner Hälfte machte mit dem Horizonte einen Winkel von 15 Grad.

Gewicht.	Senkung im Scheitel.	
182 Pfund,	$\frac{4}{16}$ Zoll,	
282 -	— -	
382 -	— -	
400 -	$\frac{5}{16}$ -	
450 -	— -	
500 -	— -	
580 -	$\frac{6}{16}$ -	Alle Fugen waren auf das schönste scharf geschlossen, ohne dafs sich nur die mindeste Deformation der Curve gezeigt hätte.
600 -	— -	
650 -	— -	
695 -	— -	

Gewicht.	Senkung im Scheitel.
700 Pfund,	— Zoll,
740 -	— -
754 -	— -
760 -	— -

807 - der Bogen fiel nach der Seite um und trennte sich in den letzten Fugen an den Widerlagern, nur die eine Kante eines Bohlenstücks war kaum merklich zusammengedrückt; auf der anderen Seite des Bogens verursachte das Ausziehen der eisernen Stifte, dafs das Holz eines Bohlenstücks, jedoch nicht völlig, sondern nur etwa einen Zoll lang, spaltete. In der Mitte, wo der Bogen im Begriff war seitwärts zu fallen, war die zweite Fuge am Scheitel seitwärts ausgewichen und die Stifte waren durchgezogen.

Versuch No. V.

Zwei Bohlenbögen von 60 Grad Centriwinkel, wobei die Sehne ihrer Hälfte mit dem Horizonte einen Winkel von 15 Grad bildete, waren im Mittel 10 Zoll von einander entfernt und mit 5 oben überschnittenen Zangen in gleich vertheilten Zwischenräumen so verbunden, dafs die entfernteste Zange zu beiden Seiten des Scheitels, horizontal gemessen, 10 Zoll abstand. Die um 2 Zoll in den Widerlagern versenkten Füfse der Bohlenbögen waren an den Seiten fest verkeilt.

Gewicht.	Senkung im Scheitel.
170 Pfund,	$\frac{6}{10}$ Zoll,
200 -	— -
230 -	$\frac{7}{10}$ -
290 -	der Bogen fing an stark auf die Verkeilung der Widerlager zu wirken.
333 -	$\frac{7}{10}$ Zoll,
388 -	— -
413 -	— -
433 -	— -
449 -	— -
461 -	— -
473 -	— -
482 -	— -
507 -	— -

Gewicht.	Senkung im Scheitel.
532 Pfund,	— Zoll,
587 -	— -
627 -	$\frac{7}{16}$ -
652 -	— -
663 -	— -
685 -	— -
700 -	— -
715 -	$\frac{7}{16}$ -
775 -	— -
800 -	— -

Es war nicht möglich, theils aus Mangel an Gewichten, theils aus Mangel an Raum sie aufzulegen, den Versuch bis zum Einsturze der Bögen fortzusetzen. Nachdem der Versuch fast einen ganzen Tag gewährt, und das letzte Gewicht von 800 Pfund einige Stunden auf den Bögen ruhig gelegen hatte, fand man auch nicht die geringste Veränderung der Bogenform. Alle Fugen waren gut geschlossen, aber keine klaffte.

Die Gewichte wurden wieder abgenommen.

Versuch No. VI.

Dieselben Bögen mit gleicher Befestigung und Vorrichtung.

Da sich die Bögen durch gleich vertheilte Gewichte nicht zum Einsturz bringen liefsen, so beschlofs man, die Gewichte blofs in der Mitte anzuhängen. Die Unterlage, welche bis dahin nach der Länge der Bögen gehangen, wurde daher quer unter dem Scheitel, in Gestalt einer Wagschale, an die über den Scheitel geschnittene Zange mit Seilen befestigt und vorläufig auf Stützen gestellt.

In der Voraussetzung eines gröfseren Tragvermögens wurden zwei mit der Wagschale, welche $35\frac{1}{2}$ Pfund wog, zusammen $275\frac{1}{2}$ Pfund schwere Steine, genau in der Mitte auf die Unterlage gelegt, und nachdem alles gehörig vorbereitet und alle Seile fest angespannt waren, wurden mit der gröfsten Behutsamkeit die Unterstützungen der Unterlage weggezogen, so dafs das Gewicht frei hing.

Es zeigte sich augenblicklich, dafs der Bogen brechen würde, jedoch erfolgte der Einsturz beider Bögen langsam, so dafs wohl 3 Secunden vergingen. Die Bögen deformirten sich so lange, bis die Wagschale

welche etwa 4 bis 5 Zoll über dem Fufsboden hing, mit den Gewichten wieder fest aufstand.

Nun wurde auf den eingebogenen Scheitel zunächst ein Gewicht von 50 Pfund ohne besondere Wirkung gelegt. Ein zweites von 100 Pfund machte, dafs sich der Scheitel tiefer einbog. Es waren also blofs die Befestigung der Bohlen-Bögen mit Schraubbolzen und die Spannung der Schenkel der Bogen, welche dieses Gewicht noch einigermafsen unterstützten.

Hierauf wurden, um die Elasticität der Bögen zu beobachten, die Gewichte schnell weggenommen. Die Bögen richteten sich langsam wieder auf, und selbst die ursprüngliche Curve stellte sich einigermafsen wieder her; ihre Deformation blieb jedoch sichtbar.

Als die Bögen einsanken, nahmen sie die Gestalt Fig. 6. an. *a* ist die vordere, *b* die hintere Ansicht eines Bogens.

Der Einsturz erfolgte unmittelbar in der Scheitelfuge, und da die hintere, über die Fuge greifende Bohle, nicht im Scheitel selbst zerbrach, so spaltete das Holz bei *mm* an der Stelle, wo die Stifte durchgezogen waren. Es ist bemerkenswerth, dafs während das hintere Bohlenstück bei dem einen Bogen, rechtseitig vom Scheitel, am Ende aufrifs, das Gleiche bei dem zweiten Bogen, linkseitig vom Scheitel geschah, und dafs sonst die Gestalt des Bruches der Bögen völlig dieselbe war.

Aus der Leichtigkeit womit die Bögen im ersten Augenblicke als das Gewicht zu wirken anfing zusammensanken, läfst sich schliefsen, dafs sie selbst unter weniger als 200 Pfund eingestürzt sein würden.

Versuch No. VII.

Zwei eichene gerade, einfache Balken, aus demselben Holze woraus die Bohlenbögen geschnitten waren, 1 Zoll horizontal, $\frac{25}{24}$ Zoll vertical dick, wurden in die Einschnitte der Widerlager, in welchen bisher die Füfse der Bohlenbögen befestigt gewesen waren, gelegt und darin verkeilt. Sie lagen daher auf die Länge der mittleren Sehne der Bögen, also auf 53 Zoll frei. Sie wurden mit dünnen Brettstückchen überdeckt, auf welche man die Gewichte gleichförmig vertheilte.

Gewicht.	Senkung in der Mitte.
75 Pfund,	$1\frac{1}{4}$ Zoll,
200 -	— -
250 -	4 -
324 -	eines der Hölzer zerbrach etwa $1\frac{1}{2}$ Fufs vom Widerlager ab;

der Bruch war langsplittrig, so dafs die auseinander gerissenen Holzfasern 3 Zoll lang waren, das andere Holz war ganz unbeschädigt.

Kurz vor dem Bruche betrug die Senkung des Balkens schon über 8 Zoll, so dafs wahrscheinlich beide Balken mit 400 Pfund würden zerbrochen worden sein. Das Holz war an der Stelle des Bruchs und sonst überall völlig gesund. Da nicht beide Balken zugleich brachen, ist der Versuch als mifsglückt anzusehen.

Wenn ein eichener Balken, gleichförmig belastet, auf zwei Untergen ruhet, so zerbricht er, wenn man den Werth von N für eichene Hölzer, die zwischen Kern und Splint geschnitten sind, nach Eytelwein's Statik II. pag. 400. und 402. aus den dortigen Versuchen No. 18., 19. und 20. nimmt, welchem zufolge derselbe 3715 ist, mit $4.3715 \frac{bh^2}{l}$, für den gegenwärtigen Fall also mit $\frac{4.3715.1.\left(\frac{25}{24}\right)^2}{l} = 14860 \,.\, 0{,}02047 = 304$ Pf. Beide Balken hätten daher erst mit 608 Pf. brechen müssen. Es waren aber dem Anscheine nach nur 400 Pf. Gewicht dazu nöthig.

Man kann hieraus und aus dem Versuche No. III. abnehmen, dafs das Holz zu den Modellen nicht gerade das ausgesuchteste und vorzüglichste gewesen ist.

Wenn man nun auch einstweilen von allen Vergleichungen der obigen Versuche mit Fällen im Grofsen zur Bestimmung des Tragvermögens der Bohlenbogen abstrahirt, so lassen sich doch darauf folgende, für die Ausübung nützliche Bemerkungen mit Sicherheit gründen.

1) Bohlenbögen gehören nicht zu den Verbindungen gewöhnlicher, aus mehreren Stücken zusammengesetzter gerader Balken, und lassen sich damit nur indirect vergleichen; sie gehören vielmehr zu den elastischen Gewölben und kommen den eisernen Bögen aus aneinander geschraubten Rahmen oder Röhren am nächsten.

2) Die elastischen Bohlengewölbe, mit Schraubbolzen armirt, brechen, unter gleichförmig vertheilter Belastung, und wenn die Füfse der Bögen gehörig befestigt sind, allemal in den letzten Fugen an den Schenkeln, wie es die darin übereinstimmenden vier ersten Versuche beweisen.

3) Um daher diese schwachen Stellen der Bögen zu versichern, müfste man das Gewölbe an den Schenkeln verstärken. Es müfste z. B.

etwa die Dicke der Gewölbstücke an den Schenkeln vergröſsert werden; bei Bohlenbögen könnte das erste und zweite Bohlenstück von den Widerlagern ab, bis in das dritte verlaufend, 30 Zoll hoch sein, während der Bogen übrigens im Holze nur 24 bis 25 Zoll hoch wäre.

4) Wenn ein noch nicht einmal sehr groſses Gewicht in der Mitte unmittelbar am Scheitel des Gewölbes wirkt, so ist dieser Scheitel eine auſserordentlich schwache Stelle, sobald nach der bisherigen Construction, auch derjenigen der sogenannten Bunten Brücke bei Minden, die Fuge der einen Hälfte des durch Schraubenbolzen aus zwei Hälften verbundenen Bogens unmittelbar in den Scheitel fällt.

Das über die Brücke passirende Gewicht kann, bei leichter elastischer Construction der Brücken-Plateforme, recht gut dasjenige erreichen, welches in der Mitte und am Scheitel wirkend nöthig ist, den Einsturz der Brücke zu verursachen.

Diesem Übelstande wird abgeholfen werden können, wenn man zu den Schluſsstücken des Bohlenbogens zwei natürlich krumm gewachsene Hölzer, deren eins länger ist als das andere, und die wohl zu finden sind, nimmt, so daſs die Fugen wechseln und keine in den Scheitel trifft.

5) Die Füſse der Bohlenbögen müssen eine hinreichende Basis haben, und sehr gut in die Widerlager eingespannt und befestigt werden, wozu die Vergröſserung der Höhe der Schenkel der Bohlenbögen beitragen wird. Die aus den obigen Versuchen folgenden Resultate zeigen, wahrscheinlich aus Ursache der vorzüglichen Befestigung der Füſse, eine gröſsere Festigkeit, als nach den früher angestellten Versuchen zu erwarten war.

6) Wenn zwei oder mehrere Bohlenbögen aufgestellt werden, so ist es ganz besonders wichtig, die Bögen auf das festeste mit einander zu verbinden. Den Bohlenbögen, auf welchen unmittelbar die Fahrbahn liegt, geben die über die Bögen geschnittenen Zangen den besten Verband. Sollen aber die Bögen die Brückenklappe und Last schwebend unter sich an Stangen gehängt tragen, so bleibt nur übrig, die Bögen um so viel zu erhöhen, daſs über ihre obere Rundung Zangen geschnitten werden können, unter welchen der höchste beladene Wagen hindurch fahren kann, und es ist den Versuchen zufolge im hohen Grade gewagt, solche Bögen isolirt frei stehen zu lassen, wie bei der sogenannten Bunten Brücke zu Minden.

7) Die Stücke, aus welchen der Bogen zusammengesetzt ist, müssen sorgfältig, mit Schraubbolzen, deren Köpfe und Muttern hinreichend grofse Flächen haben, und die an sich selbst stark genug sind, zusammengezogen und befestigt werden; dagegen halte ich die obere Verkeilung der Bohlenbögen, den Versuchen nach zu urtheilen, nicht für nöthig, ja selbst für nachtheilig, weil sie das Holz der Bögen schwächt, und bei einiger Deformation derselben, wenn die Keile lose werden, schwache Stellen entstehen. Besser wird es sein, desto mehr Fleifs auf die Verfertigung und Aufstellung der Bögen zu wenden und sie gleich anfangs fest zusammen zu passen, damit die Fugen nicht zu weit von einander stehen.

Vielleicht wäre es vortheilhaft, zwischen einige dennoch klaffende Fugen dünne Blechplatten zu treiben. Das zwischen die Fugen zu legende Rollenblei kann ganz entbehrt werden, da es, selbst bei den gebogenen Balken der Wiebekingschen Brücken, nicht gebräuchlich ist, wozu doch weicheres Fichtenholz genommen wurde, und bei welchen die Pressung in den Stofsfugen viel bedeutender war. Auch würde es gut sein die Bohlenbögen an einigen Stellen mit Zugbändern zu umgeben, und über die Brechungsfugen an den Schenkeln unterwärts starke eiserne Klammern zu legen, oder besser, eine starke eiserne Schiene darüber zu befestigen, die zerreifsen müfste, ehe die Fuge klaffen kann.

8) Die Breite der Fahrbahn der Brücke, oder die Entfernung der Bohlenbögen von einander, hat auf die Stabilität wesentlichen Einflufs; unter 18 Fufs sollte sie nicht sein. Auch müssen alle Schwingungen der Brücke nach der Seite durch Kreuzstreben und Windruthen gehindert werden.

9) Das Holz zu Bohlenbögen mufs sorgfältig ausgesucht werden, vorzüglich müssen die Drehkanten der Gewölbstücke ohne alle Risse, faule Stellen, Äste und dergleichen sein, wie man es vergleichsweise von Gewölbsteinen fordert. Der Versuch No. III. zeigt, welchen grofsen Einflufs eine einzige ungesunde Stelle im Holze an der Drehkante auf die Verminderung des Tragvermögens haben kann; bei weitem weniger schädlich ist eine, vielleicht nicht ganz gesunde Stelle im Innern des Holzes.

10) Das Holzwerk mufs, nachdem es gehörig ausgetrocknet ist, gut betheert, und nachdem es aufgestellt worden, leicht mit Brettern bedeckt werden, damit nicht gleich Anfangs die Feuchtigkeit von oben in die Fugen eindringe und die Kanten des Holzes faulen mache und schwäche.

Daſs an der sogenannten Bunten Brücke zu Minden häufig Bohlenstücke haben ausgewechselt werden müssen, davon schiebe ich die Schuld bloſs auf den Mangel einer Verdachung, welche die Hirnflächen und Kanten der Bohlen besser bewahrt haben würde. Man müſste besonders die Hirnflächen der Bohlen, ehe die Bögen aufgestellt werden, mehrmals stark betheeren, auch von Zeit zu Zeit Theer in die Fugen gieſsen.

Nur erst nach wiederholten Versuchen, besonders auch noch mit der Verstärkung der Bohlenbögen an den Schenkeln und sonstiger Verhinderung des Klaffens der Fugen an diesen Stellen, mit Vermeidung der Fugen im Scheitel und mit natürlich krumm gewachsenen Hölzern zu Schluſsstücken, wird es vielleicht gelingen, einen allgemein gültigen Ausdruck des Tragvermögens der Bohlenbögen nach anderen Schluſsfolgerungen als den bisherigen zu finden.

Will man indessen für die Ausübung den bisherigen Ausdruck einstweilen beibehalten, also das Tragvermögen der Bohlenbögen wie das gerader und krumm gewachsener Hölzer beurtheilen, so findet man, mit Herrn Funk, Seite 35. seiner Abhandlung über die Anwendbarkeit der Bohlenbögen, aus der Formel $\frac{bh^2}{l}\sin\varphi$, wo φ den Winkel den die Sehne des halben Bogens mit der Sehne des ganzen Bogens oder mit dem Horizonte macht, b die Breite oder horizontale Dicke, h die Höhe oder verticale Dicke des Bohlenbogens im Holze, l die Weite der Überbrückung (oder richtiger die Länge der Sehne für die untere Rundung) bedeutet, aus dem Gewichte Q, welches die Bohlenbögen bis zum Zerbrechen trugen, eine Versuchszahl y, womit der Werth von $\frac{bh^2}{l}\sin\varphi$ zu multipliciren ist, also $y = \frac{lQ}{bh^2\sin\varphi}$, indem nemlich angenommen wird, daſs die Tragkraft des Bohlenbogens mit dem Sinus des Winkels φ wachse, und daſs ein Bohlenbogen desto weniger trage, je weiter und niedriger er bei gleicher Holzdicke im Vergleiche zu einem andern ist.

Nach den von Herrn Funk angestellten Versuchen ist der Werth von y folgender.

1) Bei dem Modelle zweier durch Überlagen vereinigter Bohlenbögen, welche 5 Zoll im Bogen hoch, 45 Zoll lang und mit einem Halbmesser von 53,125 Zoll beschrieben waren, und deren Höhe im Holze 1,4791 Zoll, die Breite 1,2708 Zoll, der Winkel φ aber 12 Gr. 49 M. be-

trug, wozu völlig trockenes Holz von einer alten Sommer-Eiche genommen war, und die Holzringe horizontal lagen, ist für ein Gewicht Q von 2320 Berl. Pfunden, $y = 85030$.

2) Bei einem eben so construirten Modelle, wo $l = 133$, $b = 2$, $h = 2$, 5 Kalenberger Zoll, die Höhe des Bogens 8 Zoll, der Krümmungs-Halbmesser 298,57 Zoll war, wozu das Eichen-Holz aber nicht ganz trocken, jedoch von gesunden jungen Eichen war, ist bei einem Gewichte Q von 3035,5 Hannöverschen oder 3154 Berl. Pfunden, $y = 147120$.

3) Bei einem dergleichen Modelle, wo $l = 25$, $h = 1{,}5$, $b = 0{,}833$ Zoll Kalenbergisch, die Höhe des Bogens 2,75 Zoll, der Halbmesser 25 Kal. Zoll betrug und das Holz von jungen, ganz trockenen Eichen genommen war, ist bei einem Gewichte Q von 2187 Berl. Pfunden, $y = 78260$.

4) Bei vier Sparren von gesundem, altem trockenem Holze, auf ein horizontal liegendes Brett so befestigt, dafs sie zwanzig Zoll in der Länge aus einander standen, wo die Basis 27,75 Rheinl. Zoll, die Lothlinie aus der Spitze 14,166 Zoll, die Länge jedes Sparrens 19,828 Zoll, der Winkel φ den die Sparren mit der Horizontal-Linie machten 45 Gr. 36 M. war, die Sparren durch Querzangen und Bretter verbunden, die Gewichte aber unterwärts an die Sparren von der Basis auf bei 8,828 Zoll Länge angehängt wurden, wo die Breite jedes Sparrens 0,4583 Zoll, die Höhe 0,896 Zoll und $Q = 2047$ Berl. Pfunde war, ist $y = 108000$.

5) Bei zwei Bohlenbögen von gesundem trockenem Eichenholze, aus Halbkreisen zusammengesetzt, wo der Durchmesser $l = 27{,}75$ Rheinl. Zolle, $b = 0{,}4583$ Zoll, $h = 0{,}896$ Zoll war und die Last an die Schenkel so angebracht war, dafs beide Bohlenbögen mit Querzangen und darauf gelegten Brettern in Verbindung standen, worauf man die Gewichte setzte, und wo $Q = 1954$ Berl. Pfunde war, ist $y = 103600$.

6) Bei zwei dergleichen Bögen aus völlig trockenem und altem Eichenholze, wo über jede Fuge eine Lasche wie bei Mühlen-Wasserrädern an die Bogen angeschraubt war, und wo $l = 133$ Zoll, $b = 2$, $h = 2{,}5$ Zoll, die Höhe des Bogens 8 Zoll, der Krümmungs-Halbmesser 298,57 Kal. Zoll war, die Bohlenbögen 22 Zoll auseinander standen und von 19 Querzangen gefafst wurden, worüber man Bretter zum Aufsetzen der Gewichte gelegt hatte, und wo $Q = 3118$ Hannöversche Pfund war, ist $y = 151130$.

Bei diesen Versuchen wird bemerkt, dafs die ungleiche Senkung des Bohlenbogens beim ersten Versuche daher rührte, weil die Last nicht

immer gleichförmig aufgelegt werden konnte, und dafs die Last von 2320 Pfunden nicht im Scheitel allein gelegen habe, sondern über $\frac{4}{5}$ der ganzen Fläche verbreitet gewesen sei, dafs die nachtheiligste Stelle für das Auflegen der Last, in der Mitte zwischen dem Scheitel und einer der Widerlager sei, dafs bei allen Versuchen die Bögen immer in den Fugenschnitten zerbrachen, weshalb auch Bohlenbögen im Modelle offenbar eine geringere Festigkeit als ganzes Holz hätten, und dafs endlich bei dem Versuche N. VI. jeder Bogen nur einmal und beide Bögen beinahe im Scheitel und in der Nähe der Keile zerbrachen. Wie dieser Bruch aber geschah: ob die hintere Bohle, welche die Brechungsfuge überdeckte, brach, oder ob beide Nebenfugen sich nebst der mittleren öffneten, ist nicht angegeben.

Meine Versuche zeigen, dafs sich die Bohlenbögen, wenn das Holz nicht fehlerhafte Stellen wie beim Versuche No. III. hat, unter einer gleichförmigen Belastung nur in den letzten Fugen trennen. Es zerbrach an den Widerlagern nie ein Bohlenstück, sondern barst nur da, wo die Schraubbolzen befestigt waren, beim Umdrehen um die obere Kante, oder da, wo sich diese Drehkante zusammenstauchte und abrundete. Dies ist auch völlig naturgemäfs, wenn man bedenkt, dafs die gleichförmige Belastung sich nicht vollkommen auf die ganze Länge der Sehne erstrecken kann, indem noch ein Theil des Bogens in den Widerlagern steckt, oder, ohne unmittelbar tragen zu helfen, frei darüber hinaus steht, dafs mithin das gleichvertheilte Gewicht an einem Hebels-Arm wirkt, dessen Unterstützung diejenige Stelle des Widerlagers ist, wo die innere Kante des Bogenfufses aufsteht, oder wenn der Bogen eingespannt und vermauert ist, diejenige Stelle, an welcher die untere Fläche des Bogens auf der Vermauerung aufliegt, überhaupt irgend eine Stelle des Widerlagers: dafs mithin der Bruch des an den Enden vermauerten oder sonst befestigten Balkens schon nach theoretischen Gründen an drei Stellen, nemlich an beiden Widerlagern und in der Mitte, erfolgen mufs, und dafs, weil die Gewölbgestalt den Bruch in der Mitte verhindert, derselbe nothwendig allein an den schwächsten Stellen nahe an den Widerlagern statt haben mufs. Nun sind aber die schwächsten Stellen des Bohlenbogens nahe an den Widerlagern, offenbar die dortigen Fugen; je mehr daher der Bogen durch die Last nieder- und gerade gedrückt wird, desto mehr müssen diese Fugen unterhalb klaffen, oben aber fest und so lange zusammen gedrückt werden, bis,

wenn die Last zunimmt, die eine obere Bohlenkante sich um die andere dreht, sie abstumpft oder spaltet, und der Einsturz erfolgt.

Wird die Last in der Mitte aufgelegt, und befindet sich zugleich die mittelste Fuge im Scheitel, so ist der Scheitel jederzeit eine überaus schwache Stelle, und eine geringe Last ist im Stande den Bogen zu zerbrechen.

Alsdann ist es völlig richtig, was auch Herr Langsdorff in seiner Anleitung zum Brückenbau sagt, daſs, indem der Scheitel eingedrückt wird, beide Schenkel des Bogens aufschwellen, obgleich es, wie bei dem Versuche No. VI., kommen kann, daſs, während der Scheitel sinkt, nur der eine Schenkel aufschwillt, der andere aber ganz gerade wird. Da jedoch von der Belastung einer Brücke wenigstens $\frac{4}{5}$ ganz gleichförmig vertheilt sind, so können nur auſserordentliche Ereignisse, wo das Gewicht allein im Scheitel wirkt, einen nachtheiligen Einfluſs auf denselben äuſsern.

Bei den ältern Versuchen ist nicht angemerkt, ob der Bruch in den letzten Fugen an den Widerlagern, wohl aber, daſs er bei allen Versuchen zwischen dem Scheitel und den Widerlagern erfolgt sei; nur bei dem Versuche No. VI., ist der Bogen beinahe im Scheitel gebrochen, welches letztere, dem obigen zufolge, wohl nur dann statt haben konnte, wenn die Last auf dem Scheitel oder demselben nahe lag; auch scheint die geringere Fläche, auf welche die Gewichte vertheilt waren, diese Muthmaſsung zu bestätigen. Rechnet man nun die Länge der Sehne als die Länge derjenigen Fläche, worauf die Gewichte verbreitet wurden, wiewohl sie unmittelbar auf den Bogen selbst, also auf eine gröſsere Länge vertheilt wurden, so beträgt die Fläche von 133 Zoll lang und 22 Zoll breit, 2926 Quadrat-Zoll, wogegen die Last nur auf einer Fläche von 2046 Quadrat-Zoll lag. Bei dem ersten Versuche wird auch ausdrücklich gesagt, daſs die Last nicht allein über den Scheitel, sondern auf $\frac{4}{5}$ der ganzen Fläche vertheilt war; der Scheitel hat also wahrscheinlich einen zu bedeutenden Theil der Last zu tragen gehabt.

Diese Zufälligkeiten, möglicherweise auch stärkere Schraubenbolzen, die, einmal durch Deformation des Bogens lose geworden, schwache Stellen geben, oder andere nicht bekannte Umstände, müssen nothwendig auf die Resultate der älteren Versuche Einfluſs gehabt haben, weil sonst nicht gut einzusehen wäre, wie der Werth von y, obgleich es allerdings auf den Sinus ankommt, so sehr verschieden sein konnte, daſs er bei dem einem Modelle 85030, bei dem anderen 147120 betrug; denn wenn auch

das Alter des Holzes allerdings etwas thut, so kann dessen Einfluſs doch nicht so sehr groſs sein, indem es bei den Bohlenbögen mehr auf die rückwirkende als respective Festigkeit ankommt, und das Eichenholz, wenn es völlig ausgetrocknet ist, auch wieder an Härte zunimmt und sich nicht so leicht in einander drückt, so daſs, wenn völlig trockenes und älteres Holz auch etwas an respectiver Festigkeit und Elasticität verliert, seine rückwirkende Kraft doch nicht geringer, sondern eher gröſser sein wird.

Herr Funk hat indessen, in Erwägung daſs man nicht leicht Bohlenbögen zu Brücken nehmen wird, bei welchen φ kleiner ist als 6 Grad, weil man ferner zu allen zerbrochenen Modellen das ausgesuchteste Holz genommen, und die Gewichte mit der gröſsten Behutsamkeit aufgelegt hatte, wogegen die Bohlenbögen im Groſsen durch die sich darüber hin wälzenden Lasten bedeutende Stöſse bekommen, den Werth von Q, oder des Gewichts unter welchen der Bogen zerbricht, allgemein zu $85030 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$ angenommen, den Werth von P aber, oder des Gewichts welches der Bogen mit Sicherheit zu tragen vermag, $25045 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$ gesetzt, und zwar nach dem Beispiele der sogenannten Bunten Brücke zu Minden, welche, die heftigen Bewegungen des Überganges von Truppen, besonders der Cavallerie, nicht gerechnet, ein sicheres Tragvermögen von 100000 Pfund besitzt, nemlich 75688 Pfund für das Gewicht der Brücke und 24000 Pfund für die Wagenlast, selbst wenn die gesammte Last immerwährend wirkend angenommen wird, woraus sich für Einen Bohlenbogen

$$50000 : P = \frac{15 \,.\, 18^2}{540} \sin 12 \text{ Gr. } 49 \text{ M. } \frac{bh^2}{l} \sin\varphi, \text{ also}$$

$$P = 25045 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$$

ergiebt, und wo die Breite der Bohlen zusammen genommen 15 Zoll, die Höhe 18 Zoll, die Überbrückungsweite aber 45 Fuſs oder 540 Zoll, der Winkel φ, 12 Gr. 49 M. betragen.

Nach einer von Herrn Langsdorff für die Funkschen Bohlenbögen aufgestellten Formel soll, wenn die Höhe der Bohlenbögen in Zollen β, die horizontale Dicke des Holzes in Zollen δ ist,

$$\delta = \frac{3{,}34 \,.\, \mu \,.\, (Z + 21\,F)}{N \,.\, ((n+1)^2 \,.\, \beta)^3 \,.\, \Sigma - \frac{1}{6}\mu \,.\, x\,\beta\,p},$$

und für die Brücke im Groſsen, nach den Modellen No. V. und VI.,

$$\delta = 5{,}9 \text{ Zoll sein.}$$

Setzt man diesen Werth in die von Herrn **Funk** gegebene Formel und nimmt y nach meinen Versuchen, wie weiterhin folgt, $= 152887$ an, so ist das Tragvermögen bis zum Bruche:

$$152887 \cdot \frac{5{,}9 \cdot 25^2 \cdot \sin 15°}{12 \cdot 106} = 114753 \text{ Pfund}$$

für Einen Bogen, und für beide $= 229506$ Pfund, also offenbar, selbst für den Fall des Bruches, die horizontale Holzdicke oder Breite zu gering, da die Brückenbahn schon 119000 Pfund wiegt, und die ganze Belastung wenigstens 167000 Pfund beträgt.

Bei den neueren Versuchen ist $b = 1$ Zoll, $h = \frac{25}{24}$ Zoll, $l = 53$ Zoll, wo l oder die Sehne der mittleren Rundung, eigentlich geringer sein müfste, weil nur die Sehne der untern Rundung verstanden sein kann, also $\frac{bh^2}{l} = \frac{1{,}085}{53} = 0{,}02047$, und wenn man y nach Herrn **Funk** $= 85030$ setzt, bei Bohlenbögen deren Sehne des halben Bogens mit dem Horizonte die folgenden Winkel macht:

1) 10 Grad, $Q = 85030 \cdot 0{,}02047 \cdot 0{,}1736482 = 302$ Pfund,
2) 12 - $Q = 85030 \cdot 0{,}02047 \cdot 0{,}2079117 = 362$ -
3) 14 - $Q = 85030 \cdot 0{,}02047 \cdot 0{,}2419219 = 421$ -
4) 15 - $Q = 85030 \cdot 0{,}02047 \cdot 0{,}2588190 = 450{,}5$ -

ist, wogegen bei den neueren Versuchen wirklich gefunden wurde:

1) bei 10 Grad, $Q = 610$ Pfund,
2) bei 12 - Q wenigstens $= 700$ Pfund,
3) bei 14 - Q nicht mit Gewifsheit anzugeben,
4) bei 15 - $Q = 810$ Pfund.

Hiernach ist die Versuchszahl y statt 85030, hier:

1) für 10 Grad, $y' = \frac{610}{0{,}02047 \cdot 0{,}1736482} = 171609$,
2) für 12 - $y' = \frac{700}{0{,}02047 \cdot 0{,}2079117} = 164475$,
3) für 15 - $y' = \frac{810}{0{,}02047 \cdot 0{,}2588190} = 152887$.

Ein Mittelwerth aus diesen Zahlen ist 162990 oder 163000, und alsdann der Werth von Q:

1) für 10 Grad $= 579$ Pfund
2) für 12 - $= 694$ -
3) für 15 - $= 864$ -

was sich von der Wahrheit nicht so weit entfernen wird, um nicht bei Bohlenbögen von 10 bis 15 Grad davon Gebrauch machen zu dürfen.

Hieraus läfst sich schliefsen, dafs nach den neueren Versuchen der Werth von Q bei 10 Grad mehr als doppelt und durchschnittlich fast doppelt so grofs sein dürfte als nach den ältern, dafs jedoch das Tragvermögen der Bohlenbögen, unter sonst gleichen Umständen, nicht völlig mit den Sinus wächst, sondern für höhere Bögen schwächer ist, wie die Zahlen 171609 für 10 Grad und 152887 für 15 Grad deutlich zeigen, wo der Unterschied 18722 nur ungefähr $\frac{1}{9}$ beträgt, auf welche Verminderung also bei einer genaueren Rechnung Rücksicht genommen werden müfste.

Das Holz zu den neuern Versuchen war nicht ängstlich ausgewählt, wie die Versuche No. III. und VII. beweisen, auch nur erst 12 Monate alt, folglich nur als halb trocken zu betrachten. Will man aber noch für die sonstige Abnahme der Dauer des Holzes, wegen Alter, und für Stöfse und Erschütterungen etwas abziehen, so kann man $y = 150000$ setzen, und dann ist für alle Fälle gewifs $Q = 150000 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$.

Nach Herrn Funk verhält sich das sichere Tragvermögen zu demjenigen bis zum Bruche wie 25000 zu 85000 oder wie 5:17; also ist $Q = 3\frac{2}{5} P$. Nimmt man zur Sicherheit $Q = 5P$, so ist

$$P = 30000 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi,$$

welcher Ausdruck für Bögen von 10 bis 15 Grad Neigung unter allen Umständen mit Sicherheit in Rechnung gebracht werden kann, und um so mehr noch, wenn der Scheitel mit Schlufsstücken versehen wird, und man die Schenkel der Bögen im Holze verstärkt, auch die Brechungsfugen sonst noch befestigt.

Die sogenannte Bunte Brücke bei Minden hat wie oben gesagt jetzt schon 30 Jahre lang, ohne dafs die Bohlenbögen ganz hätten erneuert werden dürfen, eine sehr frequente Passage von Wagen und Truppen getragen; sie hat also dasjenige Alter von 30 bis 36 Jahren erreicht, welches ihr Erbauer voraussetzte; auch ist es bei derselben nicht einmal gut, dafs die beiden Bohlenbögen, welche die 45 Fufs weiten Brücken-Öffnungen überspannen, isolirt stehen, und dafs die Bogenscheitel keine förmlichen Schlufsstücke haben; gleichwohl ist dieser Brücke noch kein bedeutender Unfall begegnet. Ihr sicheres Tragvermögen, selbst unter den ungünstigsten Umständen, ist also gewifs gröfser als $25045 \frac{bh^2}{l} \sin\varphi$.

Wo man leichtere Holz-Arten hat als Fichten, Tannen u. s. w., erspart man, im Vergleich zum Eichenholze, $\frac{1}{5}$ am Gewicht der Hölzer. In hiesiger Gegend, wo alle Brückenhölzer von Eichen sein müssen, wiegt die Vorrichtung bedeutend schwerer.

Bei der über die Lippe beim Hause Ruschenburg projectirten Brücke ist die Länge der mittlern Sehne 106 Fuſs oder 1272 Zoll, die Höhe der Bohlenbögen 25 Zoll, die Breite im Holze 24 Zoll, und der Winkel φ, 15 Grad. Das völlig sichere Tragvermögen beider Bohlenbögen wäre also . . $2.30000\frac{bh^2}{l}\sin\varphi = 2.30000\frac{24.25^2}{1272}\sin\varphi = 183120$ Pf.

Das Gewicht der ganz eichenen Brücken-Fahrbahn beträgt . . . . 119000 Pf.

Das eines Bohlenbogens, weil nur das halbe Gewicht für jeden in Rechnung kommt, . . . 24000 -

zusammen 143000 Pf.

Es bleiben also für die Wagenlast oder sonst zufällige Belastungen . . . . 40000 Pf., also viel mehr als jemals vorkommen kann, so daſs die Drathseile unbedenklich wegbleiben konnten. Wäre die Brücke von Fichten- oder Tannenholz gemacht worden, so würde die zufällige Belastung, da die Fahrbahn um etwa 24000 Pf. leichter gewesen sein würde, 64000 Pf. haben betragen können, es würde also schon ein leichtes Brückenpflaster zu gestatten gewesen sein. Wäre die Spannung 80 Fuſs, so würde nach der für die Lippe bei Ruschenburg vorgeschlagenen Construction die Sehne der mittleren Rundung 84 Fuſs betragen. Es läſst sich also, unter sonst gleichen Umständen, das Gewicht der Fahrbahn und Wagenlast frei schwebend und die Passage unter den Zangen der Bögen durchgehend angenommen, der Winkel φ auf 17 Grad vergröſsern; die Bohlenbögen dürfen aber dann im Holze nur 21 Zoll hoch und 20 Zoll dick sein. Das sichere Tragvermögen dieser Brücke würde . . . . . $2.30000.\frac{20.21^2}{12.84}.\sin 17$ Gr. $= 153480$ Pf.

sein, und da die Brückenbahn . . $0{,}8.119000 = 95000$ Pf.

und ein Bohlenbogen etwa . . . . 18000 -

die Brücke überhaupt also 113000 Pf.

wiegen würde, so bleibt für das sichere Tragvermögen noch 40000 Pf., so daſs auch in diesem Falle, und wenn man fichtene oder tannene Hölzer nimmt, noch ein leichtes Pflaster gemacht werden könnte.

Für gröfsere Spannungen läfst sich wegen Mangels stärkerer Hölzer die Dicke und Höhe der Bohlenbögen im Holze nicht vergröfsern, der Winkel φ von 15 Grad aber noch beibehalten. Für eine Spannung von 110 Fufs z. B. wäre die Sehne der mittleren Rundung 116 Fufs und das sichere Tragvermögen . . . . $2.30000 \frac{24.25^2}{12.116}$ sin 15 Gr. = 167340 Pf.

Die Brücken-Fahrbahn wiegt 1,1.119000 = 131000 Pf.
der Bohlenbogen 1,1.24000 . . . . = 26000 -
zusammen 157000 Pf.

Es bleiben also für die Wagenlast an sicherem Tragvermögen nur . . . . 10000 Pf.
Die Spannung von 110 Fufs scheint daher die Grenze zu sein, bis zu welcher Bögen, die das Gewicht unter sich tragen, aus zwei Bohlen ohne andere Unterstützung zu bauen sind. Der Winkel φ bleibt 15 Grad, die Dicke des Holzes 24 Zoll, die Höhe 25 Zoll.

Bei einer Spannung von 120 Fufs würde der Winkel φ von 15 auf 14 Grad vermindert werden müssen, weil sonst der Bogen zu hoch wird. Die Sehne der mittleren Rundung ist dann etwa 127 Fufs, das sichere Tragvermögen also nur . . . $2.30000.\frac{24.25^2}{12.127}$ sin 14 Gr. = 142860 Pf.

Das Gewicht der Fahrbahn hingegen 1,2.119000 = 142000 Pf.
Das eines Bohlenbogens . . . 1,2.24000 = 29000 -
zusammen 171000 -
so dafs also 29000 Pf.

an sicherem Tragvermögen mangeln. Die Bohlenbögen müfsten also nun schon entweder aus 3 Bohlen von 1 Fufs dick neben einander zusammengesetzt werden, deren Tragvermögen $2.30000.\frac{36.25^2}{12.127}$. sin 14 Gr. = 214296 Pf. sein würde, so dafs für die Wagenlast noch . . . . . . 43000 - übrig blieben, und dies wäre das Sicherste; oder es müfste die Brücke auf andere Weise, etwa durch Drathseile, verstärkt werden, welche mindestens 70000 Pf. würden tragen können.

Die Funkschen Bohlenbögen verdienen nach den obigen Bemerkungen, wegen der Sicherheit womit sie zu Brücken wie die vorbezeichneten angewendet werden können, um so mehr Aufmerksamkeit und häufigere Anwendung, da auch die Baukosten einer Bohlenbogen-Brücke, wie oben bemerkt, geringer sind, als selbst die gemeiner Pfahljoch-Brük-

ken, wenn beide Brücken von Eichenholz erbauet werden. Ich kann mich daher nicht enthalten, das bestätigende Urtheil des Herrn Langsdorff über die Vortheile und Anwendbarkeit solcher Bögen, aus seiner Anleitung zum Strafsen- und Brückenbau zum Beschlusse hier folgen zu lassen.

„Funks Widersacher haben diese Funksche Construction von Brückenbögen keiner Aufmerksamkeit werth geachtet, weil die 45 Fufs weiten Bögen der Bunten Brücke nichts für ihre Brauchbarkeit im Grofsen bewiesen. Hat man wohl jemals urtheilen gehört, dafs Röhrenleitungen zur Herbeiführung von Brunnenwasser überhaupt untauglich seien, weil 1zöllige Röhren zu wenig Wasser geben?

Funks Gedanke, die Bohlenbögen beim Brückenbau in Anwendung zu bringen, ist in der That zu wichtig, als dafs die Sache ohne Weiteres nur durch einen entscheidenden Ton mit ein Paar leeren Worten abgemacht wäre. Der Gedanke verdient, bei einigen gleich ins Auge springenden Vorzügen vor den Balkenbögen, eine sorgfältige Überlegung und genaue Prüfung, bevor man darüber absprechen will.

Die Bohlenbögen haben vor den Balkenbögen den unverkennbaren Vorzug, dafs sie Bögen von Eichenholz geben, welche dreimal so lange dauern als die von Nadelholz, und nach einer gewissen Reihe von Jahren die dreifache Stärke haben. Dieser einzige Vorzug spricht zu sehr für sie, als dafs es nicht der Mühe werth sein sollte, sie aller Aufmerksamkeit zu empfehlen.

Dabei hat man noch den Vortheil, dafs es leichter ist, kurze, 8 bis 9 Fufs lange eichene Bohlen von 18 bis 20 Zoll hoch und 7 bis 8 Zoll dick zu erhalten, als 40 bis 50 Fufs lange förene oder fichtene Balken von 14 bis 16 Zoll hoch und 12 bis 14 Zoll dick. Auch lassen sich leichter schadhafte Stücke ausschiefsen.

Die Bohlenbögen haben ferner den Vorzug, dafs man solcher Anstalten zu ihrer Krümmung nicht bedarf, wie zu den Balkenbögen. Ihrem natürlichen Wuchs darf man nicht schon vorher Gewalt anthun, weil sich solche Bohlen sehr leicht aus Stämmen schneiden lassen, die nur sehr wenig oder auch gar keine natürliche Krümmung haben. Jede Bohle bildet dann im Zustande der Freiheit, d. h. ohne eingespannt zu sein, ein Bogenstück, das seine Krümmung vom Werkplatze zum Aufschlagen der Brücke mit sich nimmt, und nicht, wie die Bogenbalken, beim Aufschlagen wieder neuer Anstalten zum Krümmen bedarf.

Ein neuer wesentlicher Vorzug der Bohlenbögen besteht darin, daſs dabei das Streben der einzelnen Stücke, an ihren Enden sich wieder gerade auszudehnen, und der hiermit unvermeidlich verbundene Erfolg von abwechselnd stärkerer und flacherer Krümmung eines ganzen Brückenbogens, ganz beseitiget wird. Man kann durch sie nicht nur vollkommene Bogenstücke erhalten, welche die Bogenbalken nie geben, sondern auch eben so leicht durch sie Korbbögen construiren.

Es ist ferner im vorigen Cap. gezeigt worden, daſs es bei den Bogenbalken eine gewisse Grenze der Biegung giebt, über welche hinaus dieselben sogar eine geringere Tragkraft haben als die geraden horizontalen Balken, und daſs deshalb Vorsicht nöthig sei. Diese Rücksicht fällt bei den Bohlenbögen weg.

Endlich ist noch der Umstand für die Bohlenbögen sehr vortheilhaft, daſs sie für sich steife Massen sind, die, ohne eingezwängt zu sein, in ihrer Krümmung beharren, da hingegen die Bohlenbalken nur eingezwängt in ihrer Krümmung bestehen, und deshalb, vermöge ihres Strebens nach der ursprünglichen Form, einen sehr bedeutenden Seitendruck auf die Jochwände oder Widerlager ausüben, welcher bei den Bohlenbögen wegfällt.

Gegen alle die Vorzüge haben die Bogenbalken nur den einzigen, daſs schon 2 bis 3 Balkenlängen zu ziemlich bedeutenden Bogenweiten hinreichen, also der Zusammenhang n weniger Stellen unterbrochen wird, als bei den Bohlenbögen.

Da aber diese Unterbrechung nur die Folge haben kann, daſs an denjenigen Stellen, wo sich Stoſsfugen finden, der Widerstand gegen die Ausbeugung um den vierten Theil des Ganzen vermindert wird, so kann dieser Vorzug beinahe gar nicht in Betrachtung kommen, da selbst nach dieser Verminderung der Widerstand eines Bohlenbogens an solchen Stellen doch noch mehr als doppelt so groſs als der Widerstand eines Balkenbogens ist, und alle übrigen Vorzüge der Bohlenbögen rein übrig bleiben *).

---

*) Das Journal wird gelegentlich auf die Construction hölzerner Brücken überhaupt für die gewöhnlichsten Fälle kommen und dann auch auf den Fall der weiten Spannungen, worüber noch manches zu sagen sein dürfte. Anm. d. Herausg.

19.

Anleitung zur Kenntnifs der wichtigsten natürlichen Bausteine und ihrer Anwendung für Architecten, die früher keinen Unterricht in der Mineralogie genossen haben.

(Von Herrn *K. F. Klöden*, Director der Berlinischen Gewerbschule)

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 14. im vorigen Hefte.)

Es wird uns nun obliegen, die Gebirge und die Anwendung der gleichartigen körnigen Gesteine kennen zu lernen.

1. Der Granulit ist im Ganzen nicht sehr verbreitet, und scheint in hohen Gebirgsgegenden zu fehlen. Er erscheint in hohen Felsen, und umschliefst enge und tiefe Thäler. Am meisten tritt er aus Glimmerschiefer und Thonschiefer hervor.

Er findet sich im nordwestlichen Theile des Sächsischen Erzgebirges in der Gegend von Rofswein, Waldheim, Haynichen, Chemnitz, u. s. w.; in Mähren, wo er einen Theil der Gebirge zwischen Iglau und Brüne bildet, bei Namiest; in Schlesien am Engelsberg bei Zobten, und Weiseritz bei Schweidnitz; am Fichtelberge bei Schwarzenberg; in Steyermark an der Pacher-Alpe und in Österreich um Göttweih und Melk. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene scheint wahrer Granulit sehr selten zu sein, wenn er nicht ganz fehlt.

Er zeigt, besonders wenn er schiefrig ist, deutliche Schichtung, ist aber häufig gespalten und zersprungen; Säulenbildung ist aber nur selten vorhanden.

Das Gestein ist bei seiner geringen Verbreitung für den Baumeister nur von localem Interesse. Dazu kommt noch, dafs es leicht verwittert und sich deshalb zur Anwendung nicht sehr empfiehlt. Nur als Pflasterstein und beim Chausséebau wird es allenfalls benutzt werden können. Zu Kunstwerken eignet es sich nicht.

2. Das körnige Quarzgestein bildet theils einzelne Kuppen auf den Gebirgskämmen, theils ganze Rücken, deren spitzige kegelförmige Gestalten gewöhnlich sehr gezackt und zerrissen sind. Sie erheben sich in mächtigen steilen Felsen oder kahlen nralligen Wänden von 100 und mehr Fuſsen Höhe, und in schroffen Klippen, und ihre Oberfläche ist oft so weiſs, daſs sie das Ansehen von Schneebergen haben. Die Abhänge der Berge sind zuweilen mit einer Menge losgerissener scharfkantiger Blöcke bedeckt; seine Felsmassen sind fast immer kahl.

In Deutschland kommt das Gestein vor: an der Bergstraſse bei Hohen-Sachsenheim, südwärts von Weinheim im Sachsenheimer Thal, Ursebach u. s. w.; im Odenwald, der Hohenstein und der Porstein; im Taunusgebirge bestehen alle Höhenpuncte des Rückens daraus; im Harz, bei Ilsenburg oberhalb der Drathhütte, Hippeln im Wernigeroder Forste, die hohe Tracht zwischen Andreasberg und Braunlage u. s. w.; in Baiern der Pfahl unfern Bodenmais, der Weiſsenstein bei Regen u. s. w.; im Erzgebirge zu Hartmannsdorf bei Chemnitz, zu Groſsschönau in der Oberlausitz, der Hospitalwald um Oberschöna bei Freiberg; in Böhmen der weiſse Stein unfern Wönschendorf, der sich in mehreren Felsen bis in die Lausitz zum Fuſs des Queisberges zieht, u. s. w.

Das Gestein ist ungeschichtet, oder doch nur undeutlich geschichtet, aber häufig in Bänke von 5 bis 7 Fuſs Dicke abgetheilt. Diese Bänke stehen meist sehr steil, und sind häufig wieder in Säulen und Platten getrennt. Zerklüftungen sind ungemein häufig, und auf den Kluftflächen finden sich nicht selten Rinden von Crystallen. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene ist das Gestein nicht eben selten. Seine groſse Festigkeit, das Scharfkantige seiner Bruchstücke, und die Eigenheit von beinahe keinem Stoffe angegriffen zu werden, machen ihn zu einem schätzbaren Baustein, wo man ihn in Menge haben kann. Der Kalk verbindet sich mit ihm sehr gut, und mit den Jahren immer inniger. Er ist deshalb zum Grundbau und zum starken Mauerwerk, sowohl über als unter der Erde und im Wasser zu empfehlen. Besonders eignet er sich sehr zu allen Arten von Straſsenbauten. Die groſsen abgerundeten Blöcke leisten als Widerlagsteine oder Bordsteine beim Chausséebau gute Dienste; die kleineren Quarzgeschiebe sind gut geeignet zur Bildung des Aufschuttes, zum Ausfüllen der Geleise und Löcher, müssen aber möglichst klein zerschlagen werden, weil ihre scharfen Kanten und Ecken sonst die Hufe

der Pferde stark angreifen. Zum Auspflastern der Viehställe ist er vorzüglich um deswillen geeignet, weil er weder durch die im Urin noch im Miste befindlichen Salze oder Säuren zerfressen wird. Ein Cubikfuſs wiegt 170 bis 176 Pfund.

In Frankreich benutzt man einen höchst feinkörnigen sehr porösen Quarz zu Mühlsteinen, die durch ihre Härte und Porösität sich ganz vorzüglich auszeichnen, und nicht bloſs in Frankreich, sondern auch im Auslande sehr geschätzt sind. Sie kommen in der Umgegend von Paris, in den Steinbrüchen von Tarterai, Dep. der Seine und Marne, von Damme, Dep. der Dordogne, von Nevers und in andern Gegenden Frankreichs vor. Man benutzt den in Deutschland vorkommenden auch als Mühlstein für Blaufarben- und Glasurmühlen, für welche er sich vorzüglich eignet.

3. Das körnige Hornblendegestein setzt bald einzelne oft flache Hügel zusammen, aber auch hervorragende pyramidenförmig gestaltete Kuppen mit abgestumpften Gipfeln und steilen klippigen Abhängen, welche gewöhnlich alle nach einer und derselben Seite liegen. Jene Klippen ragen zwischen losgerissenen Blöcken hervor, und erscheinen mit diesen wie über einander gethürmte Felsmassen. Die Fels-Art ist aber nicht sehr verbreitet.

Sie findet sich im Erzgebirge Sachsens, zu Rrutte unfern Freiberg; im Fichtelgebirge in den Leysauer Leiten von Goldkronach bis Berneck, Goldmühle u. s. w., im Böhmer Waldgebirge, im Salzburgischen und in Kärnthen u. s. w. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene ist die Fels-Art oft vorhanden.

Sie erscheint meist undeutlich geschichtet, und oft stark zerklüftet; die Kluftflächen sind gewöhnlich durch Eisenocker braun gefärbt.

Man kann sie übrigens völlig wie den Diorit benutzen, um so mehr wenn sie feinkörnig ist. Doch verwittert sie etwas leichter, besonders wenn sie naſs wird. Zum Wasserbau ist sie unbrauchbar.

4. Der körnige Kalk erhebt sich aus Thälern oft zu bedeutenden Höhen; seine Berge haben schroffe Umrisse und auf den Abhängen steile klippige kahle Felswände. Die Gipfel sind oft wegen ihrer leuchtenden weiſsen Farbe schon aus weiter Ferne sichtbar. Fast jedes ältere Gebirge besitzt groſse Massen davon.

In Deutschland findet er sich: an der Bergstraſse in der Gegend von Auerbach; in Böhmen im Saazer, Bunzlauer und Berauner Kreise u. s. w.;

in der Lausitz bei Kunersdorf, Rengersdorf, Geiersberg bei Stengensdorf u. s. w.; im Erzgebirge an vielen Orten; in Schlesien vorzüglich im Jauerschen und Schweidnitzischen, so wie oberhalb Hermsdorf an der Böhmischen Grenze; bei Bayreuth, Neusiedel, Sinatengrün, Arzberg u. s. w.; bei Salzburg, Gastein, Rauris, Fusch u. s. w.; in Tyrol am Brenner, bei Gries, bis fast nach Sterzing u. s. w. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene findet er sich nur in kleinen Stücken. Der körnige Kalk macht selten für sich bedeutende Stückgebirge aus, sondern findet sich meist als mehr oder minder mächtiges Lager zwischen anderen Felsgebilden.

In der Regel ist er ungeschichtet und massig, und nur, wenn er Glimmer enthält, zeigt sich allenfalls eine deutliche Schichtung um so mehr, je mehr Glimmer vorhanden ist, ja er kann alsdann sogar ein schiefriges Ansehen gewinnen, wird aber dadurch oft so mürbe, dafs er sich zerreiben läfst. Oder es findet eine Abtheilung in Bänke statt, die jedoch sehr unregelmäfsig ist. Häufig ist das Gestein zerspalten und zerklüftet, und zwar nach allen Richtungen, wodurch es oft schwer hält grofse Blöcke zu gewinnen.

Jeder Kalk, der sich poliren läfst, heifst Marmor, ja die Italiener belegen selbst eine Menge politurfähige Gesteine, welche nicht Kalk sind, mit diesem Namen. Vorzugsweise gehört aber dahin der körnige Kalk.

Der körnige Kalkstein kann wie jeder andere Kalkstein zum Bauen verwendet werden, und verhält sich vollkommen wie dichter Kalk, auf welchen ich hier verweise. Was jedoch den körnigen vor allen wichtig macht, das ist seine Verwendung als Marmor für die Prachtbaukunst und Bildhauerei, und in dieser Beziehung wetteifert kein anderes Gestein mit ihm. Eine Menge der kostbarsten Monumente altklassischer und neuerer Kunst sind daraus gearbeitet, indem der Stein willig sich den Stempel des Genius aufdrücken läfst, und in idealer Form der Seele die Urbilder des Schönen vergegenwärtigt. Um deswillen wird es nothwendig, hierauf etwas specieller einzugehen, wobei jedoch nicht zu vergessen ist, dafs hier nur von dem Marmor mit körnigem Gefüge die Rede ist.

Die erste Anwendung des Marmors in der Prachtbaukunst verliert sich in die Nacht des Alterthums. Über 300 Jahre früher als die Griechen wufsten die Hebräer und Phönicier den Marmor zu bearbeiten, und wahrscheinlich noch früher die Ägygter. David, der in dem Zeitraume von

2920 bis 2969 regierte, hatte ihn beim Tempelbau benutzt; auch hatte der Persische König Ahasverus zu Susan ein Schlofs, dessen Hof mit buntem Marmor ausgelegt war. Es ist wahrscheinlich, dafs die Hebräer schon das Glätten des Marmors mit Schmirgel verstanden. Seit Salomos Zeiten, oder seit 2969 verstanden die Phönicier und Hebräer die Kunst, köstliche Steine mit der Säge zu zerschneiden. Homer gedenkt des Marmors, also war er bei den Griechen um das Jahr 3000 bekannt. Die beiden Cretenser Dipoenus und Scyllis, welche 570 Jahre vor Christi Geburt, oder nach andern um die 50ste Olympiade lebten, werden unter den Griechen für die ersten gehalten, welche die Kunst erfanden, den Marmor zu behauen, zu bearbeiten und zu poliren. Da der Pallast, den Mausolus (gestorben im letzten Jahre der 106ten Olympiade) zu Halicarnafs in Carien von Ziegelsteinen hatte aufführen und mit Marmor überziehen lassen, das älteste Marmorgebäude der Griechen ist, so vermuthete Plinius, dafs die Carier die Kunst erfanden, den Marmor in dünne Tafeln zu sägen. Einige machen auch den Byzas oder Byzes, das Haupt der Bewohner von Naxos, der zur Zeit der Söhne des Astyages regierte, zum Erfinder der Kunst, den Marmor zu sägen und polirte Tafeln daraus zu machen; nach anderen soll er aber nur aus Marmor gehauene Ziegeln erfunden haben, womit er den Tempel des Jupiter bei Pisa deckte.

Weit später lernten die Römer den Marmor kennen. Der Redner L. Crassus hatte in Rom die ersten Bildsäulen von fremdem Marmor. M. Lepidus, der 676 Jahr nach Roms Erbauung Consul wurde, liefs zuerst aus Numidischem Marmor Thürschwellen machen. Mamurra, ein Römischer Ritter zu Cäsars Zeit, liefs zuerst alle Wände eines Hauses, das er in Rom auf dem Berge Cölius bauete, mit Marmor überziehen. Dieses Kunstwerk war die künstlichste Zusammensetzung der feinsten Marmorstücke verschiedener Farben. Auch Metellus, der Corinth eroberte, hatte in Rom ein Haus aus Marmor, und seit dieser Zeit wurde die Anwendung desselben allgemeiner. Augustus rühmte sich, dafs er die Stadt Rom ganz marmorn hinterlasse, da er sie doch von Ziegelsteinen aufgeführt gefunden habe. Weil aber in Italien noch keine Marmorbrüche entdeckt waren, so holten die Römer den Marmor aus Griechenland, Asien und Afrika. Man fand es aber häufig noch bequemer, in den unterjochten Ländern die aus Marmor aufgeführten Gebäude zu plündern, und ihre Säulen, Gebälke, Bildsäulen u. s. w. nach Rom zu schleppen

und zu Römischen Bauten zu verwenden, als ihn aus den Brüchen zu holen. Nur der Tempelraub des Fulvius, welcher die Marmorziegel des Junotempels auf dem Vorgebirge Lacinium nach Rom bringen liefs, um damit den Tempel der Fortuna equestris zu decken, wurde vom Senate nicht gebilligt, und Fulvius mufste die Marmorplatten wieder nach Lacinium zurückbringen.

Bald nachher ward der Marmor auch als gewöhnlicher Mauerstein zur Aufführung der Prachtgebäude angewendet, und eine Menge der berühmtesten Denkmäler Roms sind daraus erbaut, namentlich der Triumphbogen des Titus, des Septimius Severus und des Constantinus, der Tempel der Vesta, des Janus, die Bekleidung der Pyramide des C. Cestius, die Thürme der Porta Capena, die Trajanische Säule u. s. w. Selbst in den entlegenen eroberten Ländern wurden die Marmorbrüche aufgesucht und benutzt. Am Kylflufs und am Ruver in der Nachbarschaft von Trier besafsen die Römer Marmorsägen, wie aus einer Stelle des Ausonius erhellet, und von jener Zeit an wurde seine Anwendung in allen Ländern immer allgemeiner.

Die vorzüglichsten Arten der von den Alten angewendeten körnigen Marmore sind folgende:

Der Salinische Marmor (Salino) wird in der Regel für den Attischen oder Pentelischen Marmor gehalten, während Dodwell in seiner Reise durch Griechenland ihn für den Parischen nimmt. Er ist weifs, grobkörnig, als ob er aus einem groben Salze zusammengesetzt wäre, und die Körner sind durchscheinend. Andere Schriftsteller unterscheiden den Salinischen Marmor als besondere, von den genannten Griechischen Marmorn verschiedene Art. Im Schlosse von Sanssouci sind die 12 in einer Reihe stehenden Brustbilder Römischer Götter, Kaiser und Frauen aus Salinischem Marmor gearbeitet.

Der Attische oder Pentelische Marmor. Nach bisheriger Meinung war derselbe ein Salinischer Marmor; nach Dodwell ist es aber der weifsere feinkörnige, bisher für Parischen Marmor geltende, und letzteres dürfte kaum zu bezweifeln sein. Er hatte eine rein weifse Farbe, und war leicht zu bearbeiten. Aus ihm waren fast alle Prachtgebäude und Tempel der Athenienser gebaut, so wie der Tempel des Jupiter zu Olympia, der Tempel der Juno auf dem Vorgebirge Lacinium u. s. w.

Der Hymettische Marmor. Böttiger nimmt ihn als einerlei mit dem Pentelischen; Graf Clarac unterscheidet jedoch beide genau. Er hatte eine etwas graue Farbe.

Der Parische Marmor. Er war rein weifs und feinkörnig nach bisheriger Annahme; Dodwell aber hat gezeigt, dafs man den Parischen Marmor mit dem Pentelischen verwechselt hat, und beide ihre Namen tauschen müssen. Der wahre Parische Marmor — bisher Pentelischer genannt — ist gelbweifs, glänzend crystallinisch und durchscheinend. Die Alten nannten ihn dieser Eigenschaft wegen *lychnites*, nicht aber wie Plinius will, weil er beim Grubenlichte gewonnen wird, denn nach Dodwell wird er aus Paros in offenen Tagebrüchen gewonnen.

Unter allen Marmor-Arten nimmt eine sehr vorzügliche Stelle der Carrarische Marmor ein, der schon früh benutzt wurde, und jetzt beinahe ausschliefslich das Material für die kostbarsten Bildhauer-Arbeiten liefert. Er wird bei Carrara in Italien gebrochen, hat ein sehr reines Weifs mit wenigen blauen Adern und ein feines gleichförmiges Korn, und wird nach seiner Güte in drei Classen eingetheilt, die hinsichtlich ihres Preises verschieden sind. Diese Brüche haben das Material zu einer ausnehmend grofsen Menge der vortrefflichsten Bildwerke geliefert, welche dermalen durch ganz Europa verbreitet und als Werke der ersten Künstler berühmt sind. Alle in Berlin öffentlich aufgestellten Marmorstatuen, so wie der gröfste Theil der in den Gärten von Potsdam und Charlottenburg befindlichen, sind aus diesem Marmor gearbeitet. Ähnliche Brüche finden sich im Toscanischen um Prato, Pistoja, Stazzera, Levigliano, Seravezza u. s. w. Überhaupt ist Ober-Italien reich an schönen Marmorbrüchen, wohin namentlich die vom Comer See und die bei Crevola gehören. Letztere Brüche liefern die grofsen weifsen Marmorsäulen, welche an dem prachtvollen Triumphthore Mailands am Ende der Simplonstrafse angebracht werden. Auch der Dom von Mailand zeigt eine vortreffliche architectonische Anwendung dieses und ähnlichen Marmors.

Auch in Deutschland findet sich weifser körniger Marmor, namentlich in Sachsen zu Crottendorf bei Schwarzenberg; der weifse Marmor vom himmlischen Heer auf dem Fürstenberge bei Grünhayn ist so fein und schön, dafs er fast mit dem von Carrara wetteifert. In Schlesien bricht man gelblich-weifsen Marmor bei Grofs-Kunzendorf.

Soll ein Marmor für den Bildhauer geeignet sein, so muſs er feinkörnig sein, eine gleichförmige Farbe haben, und sich gut schneiden und poliren lassen. Ist er rissig und klüftig, hat er ein ungleiches Korn, wodurch er ungleiche Politur annimmt, ist er bröcklig oder hat er löchrige Stellen, so ist er untauglich. Ein böser Fehler ist es, wenn er Stellen mit eingesprengtem Schwefelkies, sogenannte Nägel hat; eben so wenn er Manganoxyd eingesprengt enthält. Sie verursachen mit der Zeit Flecke, welche durch kein Mittel verhindert werden können. Leider zeigen sich diese Fehler erst in der Bearbeitung.

Der blendend weiſse Marmor wird an der Luft nach und nach gelblich, und endlich selbst braun. Alle Antiken von weiſsem Marmor sind unrein gelb, und die aus der Erde gegrabenen stets mit einer Rinde bedeckt. In den nördlichen Gegenden verwittert der der freien Luft ausgesetzte Marmor an der Oberfläche jederzeit etwas, und bedeckt sich mit Flechten und Moos, um so leichter, je weniger er polirt ist. Doch ist das Verwittern des Marmors überhaupt sehr ungleich und kann nie im Voraus, sondern erst durch die Erfahrung bestimmt werden. Selbst ein und dasselbe Stück ist an den einzelnen Stellen verschieden verwittert. Manche ältere und neuere Kunstwerke bewahren das Scharfe aller Umrisse auf lange Zeit; an andern sind die Kanten und Ecken nach verhältniſsmäſsig kurzer Zeit abgerundet; auf andern entstehen wulstförmige, oft sehr schmale und unter einander parallele Hervorragungen, weil der Kalk dazwischen weicher und verwittert ist.

Über die Festigkeit des Marmors sind vielfache Versuche angestellt. Muschenbröck fand, daſs ein Pfeiler von weiſsem mit blauen Adern durchzogenem Marmor, $13\frac{1}{4}$ Zoll hoch, auf einer Seite $\frac{4}{12}$ und auf der andern $\frac{5}{12}$ Zoll breit, durch eine Last von 250 Pfund zerbrochen wurde. Eine Säule dieses Marmors von 40 Fuſs Höhe und 4 Fuſs im Durchmesser würde hiernach ein Gewicht von ungefähr 105,011,285 Pfund tragen können. Welch eine Last hätten die 127 Marmorsäulen des Tempels der Diana zu Ephesus tragen können, wovon jede 60 Fuſs hoch und $9\frac{3}{4}$ Fuſs dick war!

Ein Cubikzoll Carrarischer Marmor wurde bei einem Versuche von Smirke und Bramah durch ein Gewicht von 3787 Pfund zerbrochen.

Über die Biegsamkeit des Bildhauer-Marmors hat Tredgold mehrere Versuche angestellt. Ein Stück, prismatisch gearbeitet, von sehr

regelmäfsigem Gefüge, frei von Adern und anderen Fehlern, wurde an seinen beiden Enden von zwei eisernen Stützen getragen, in der Mitte aber eine Wagschale angehängt, die mit Gewichten beschwert wurde. Bei dem ersten Stücke waren die Stützen 30 Zoll von einander entfernt. Das Marmorprisma war 1,075 Zoll dick und eben so breit. Bei 40 Pfund Gewicht hatte es sich so weit gebogen, dafs es in der Mitte um 0,08 Zoll von der geraden Linie abwich; bei 50 Pfund zerbrach es. Bei dem zweiten Stücke waren die Stützen 15 Zoll entfernt; die Dicke betrug 1,08 Zoll, die Breite 1,05 Zoll. Bei 100 Pfund war es 0,035 Zoll gebogen, und zerbrach bei 110 Pfund. Bei dem dritten waren die Stützen 14 Zoll entfernt; Breite und Dicke war wie bei dem ersten. Es war bei 130 Pfund 0,037 Zoll gebogen, und zerbrach bald darauf. Die Brüche waren alle einander genau ähnlich, und die Fläche des Bruchs bildete beinahe immer denselben Winkel mit der Achse des Stücks, von ungefähr 83 Graden, was in der Structur dieser Stein-Art und der Richtung des Schnitts begründet sein mufs. Das specifische Gewicht des Steins war 2,706, und der Stein verschlang $\frac{1}{1300}$ seines Gewichts an Wasser. Ein Preufsischer Cubikfufs desselben wog demnach 178,6 Pfund.

Man hat übrigens auch die Kunst erfunden, den Marmor zu färben. Nach **Plinius** ist diese Kunst unter der Regierung des Kaisers **Claudius** gemacht, und es sollen Kräuter dazu angewendet worden sein. Heut zu Tage wird dieselbe vorzüglich auf Sicilien angewendet, und besonders sind es roth und grün, in verschiedenen Nüancen, welche man dem Marmor giebt. Die rothe Farbe wird durch Drachenblut hervorgebracht, welches auf weifsem bis zu 22 Grad erwärmtem Marmor eingerieben wird, und eine Viertellinie tief eindringt. Grün und Gelb wird durch Gummiguttae hervorgebracht; in Verbindung mit dem vorigen giebt es Orangegelb. Der Asphalt giebt ein Gelblichschwarz, mit Drachenblut versetzt Violet, mit Gummiguttae Gelblichbraun, und der Saft der Aloë mit Terpentinöl ein Gelblichgrün. Auch unauslöschliche Figuren kann man auf den Marmor bringen.

Weit häufiger ist jedoch der körnige Marmor schon von Natur gefärbt. Die häufigsten Arten sind folgende:

Grauer Marmor. Seine Farbe zieht meist in das Blaue, und mancher wird auch wohl blauer Marmor genannt. Der Marmor aus den Brüchen bei **Priborn** in Schlesien hat meistens eine hellbläulich graue Farbe in Streifen, und wird vielfach angewendet zu Säulen, Gesimsen, Corni-

schen, Tischplatten, Fufsböden, Grabsteinen und Denkmalen u. s. w. Einer der ausgezeichnetsten Tempel des Peloponnesus, der dem Apollo Epicurius geweihete Tempel bei Phigalia in Arcadien war aus grauem mit röthlichen Adern durchzogenem Marmor erbaut, der in der Nachbarschaft gebrochen wurde.

Grüner Marmor (Verde antico) ist eine sehr schöne Abänderung, welche aus weifsem körnigem Marmor und dunkelgrünem Serpentin, beide in eckigen Stücken verbunden, besteht, und vorzüglich in Thessalonich und Macedonien gefunden wurde. Ähnlicher Marmor findet sich bei Genua; auch gehört dahin der grüne Ägyptische, der meergrüne, der grüne von Susa, der grüne Florentinische u. s. w., die jedoch weniger schön als der antike sind.

Wenn der körnige Kalk viel Glimmer aufnimmt, so erhält er meistens auch grüne Streifen, Flammen und Adern, und spaltet gern in gekrümmten Schaalen, welche sich wie die Lagen einer Zwiebel leicht abblättern und seine Bearbeitung erschweren. Er führt dann den Namen Cipollino oder Zwiebelmarmor. Viele alterthümliche Kunstwerke sind aus ihm gefertigt. Die Brüche, welche ihn lieferten, scheinen auf der Insel Euböa (jetzt Negropont) gelegen zu haben. Jetzt findet er sich zu St. Maurice in den Ober-Alpen, in Savoyen, Piemont, in Corsica und in den Pyrenäen. Dahin gehört auch der sogenannte Verde d'Egitto oder Cipolin von Polcheverra.

Wo der körnige Kalk sich häufig findet, kann er auch zum Kalkbrennen sehr gut benutzt werden. Als Pflaster und Chausséestein ist er nicht besonders zu gebrauchen, weil er zu weich ist, und einen unangenehmen Staub giebt.

5. Der Gips setzt meistens einzelne Hügel und Berge zusammen, so wie kleine scharf begrenzte Bergreihen, selten weit gedehnte Plateaus. Auch nimmt er seine Stelle auf dem Abhange der Gebirge ein, ohne sich bis in die Thäler hinabzuziehen. Dagegen füllt er häufig den Grund von Hochthälern aus, bildet aber dann meist nur eine oberflächliche Bedeckung.

Die Gestalt seiner Berge ist meist kegelförmig, selten aber treten seine Massen stark hervor. Mitunter macht er Felsen von mehr als 200 Fufs Höhe; häufiger bildet er Hügel und kleine Berge, die sich aus den Ebenen und flachen Gegenden bald sanft, bald steil erheben. Schroffe Gehänge sind von aller Bedeckung entblöfst, und gleichen bei ihrer wei-

fsen Farbe grofsen Schneeflächen. Grofse Blöcke umlagern den Abhang und Fufs dieser Berge.

Er findet sich in Deutschland: in Tyrol, im Becken des Avisio; auf dem nördlichen Abhange des Thüringerwaldes bei Kittelsthal und Seebach unweit Eisenach; im Mansfeldischen und Stollbergischen; auf dem Harze bei Lautenthal, Neustadt unterm Hohenstein u. s. w. Unter den Blöcken der Norddeutschen Ebene fehlt der Gips; dagegen erhebt er sich in kleinen Hügeln bei Seegebeg, Lüneburg, Lübtheen, Speerenberg und unter dem Kalke in Rüdersdorf.

Der Gips zeigt manchmal gar keine deutliche Schichtung; mitunter ist sie jedoch mehr oder weniger deutlich. Die Schichten liegen theils wagerecht, theils stehen sie sehr steil, sind auch wohl gebogen und wie gewunden. Ihre Oberfläche ist oft mit einer schwachen Lage von Fasergips oder Gipsspath überzogen. Manchmal ist der Gips gar nicht, zuweilen aber so sehr zerklüftet, dafs er ganz aus einzelnen unregelmäfsigen Blöcken besteht. Zuweilen zeigt er offene Spalten von 2 Fufs Weite und darüber. In machen Gipsgebirgen finden sich eigenthümliche Höhlen, die sogenannten Schlotten oder Kalkschlotten. Gewöhnlich hängen sie reihenweise in gewundenen Zügen oft in einer Erstreckung von mehreren Meilen zusammen. Sie sind bald eng, niedrig, unregelmäfsig, bald grofs und regelvoll, und nach oben gewölbt, und manche messen bei 50 Fufs Höhe 100 Fufs Weite und darüber. Auch sind in der Nähe der Gipsgebirge Erdfälle nicht selten, die sich besonders bei nassem Frühlingswetter ereignen und mehr oder weniger kesselförmige Vertiefungen bilden.

(Der blättrige Gips, Gipsspath, auch Fraueneis genannt, kann von Ungeübten anfangs in kleinen Stücken leicht mit Glimmer verwechselt werden. Er bricht jedoch leichter als Glimmer, und läfst sich nicht so sehr biegen. Hält man ein Stückchen Gipsspath in einer kleinen Zange über eine Lichtflamme, so wird es blendend weifs und undurchsichtig; der Glimmer verändert sich dabei wenig und bleibt durchsichtig.)

Der Gips ist für die Baukunst bekanntlich ein wichtiges Material. Zwar hat er als Baustein der freien Luft ausgesetzt keinen Werth, und hält sich nur dann, wenn er sehr kieselhaltig ist. Zum Wasserbau kann er nicht benutzt werden. Unter den Trümmern einiger alten Schlösser in Thüringen sieht man Mauern aus Gips, deren Steine ganz ausgewaschen sind, so dafs der Mörtel mit einem Theile des aufgelöseten Gipses

durchdrungen grofszellige Massen bildet. Will man ihn anwenden, so müssen die Steine mit gebranntem Gips vermauert werden, den man mit Sand oder auch wohl mit Kalk versetzt. Allein seine anderweitigen Anwendungen machen ihn wichtiger.

Wird der körnige Gips roh als Material der Bildnerei behandelt, wozu die rein weifsen Spiel-Arten vorzugsweise angewendet werden, so erhält er den Namen Alabaster. Doch ist nicht alles, was Alabaster genannt wird, Gips. Schon das Alterthum benutzte ihn in dieser Weise, obgleich sich unter den ächten Antiken nur wenige finden, die aus Gips-Alabaster bestehen, und diese sollen aus Ägypten stammen. Der Alabaster aber zerspringt sehr viel leichter, als der Marmor, und setzt, obgleich er weniger hart wie dieser ist, bei der Bearbeitung mit dem Meifsel gröfsere Schwierigkeiten entgegen. Auch ist er weniger dauerhaft, und erleidet, besonders von feuchter Luft, bedeutende Veränderungen. Der schönste Alabaster ist der von Siena in Italien, der sich durch rein weifse Farbe und feines Korn vor allen andern auszeichnet, obgleich er, wie jeder Alabaster, nur geringe Politur annimmt, die durch Betastung oder Reibung leicht gefährdet wird. Er eignet sich sowohl zur Verzierung im Innern der Gebäude, als zu allerlei beweglichen Ornamenten. Die berühmtesten Fabriken dieser Art befinden sich zu Volterra und Florenz. Auch der Alabaster von Sestri bei Genua ist schön. Gröden, unweit Klausen in Tyrol, liefert eine Menge Kunstsachen aus Alabaster, welche früher sehr viel verfahren wurden. Auch Nürnberg liefert dergleichen, namentlich Crucifixe und andere Figuren, Krüge, Becher, Leuchter, Flaschen, Schüsseln, Salzfässer und mancherlei andere Gefäfse, oft mit eingebeitzten Farben. In der Kathedrale von Gap bestehen die Statuen und Basreliefs an dem Grabmale des Connetable von Lesdiguières aus Alabaster.

Der rohe Gips enthält einen Theil Wasser mit sich verbunden. Wenn man ihn glüht, so geht dasselbe verloren, er zerfällt zu einem Pulver, und heifst nun gebrannter Gips oder Sparkalk. Seine Eigenschaften nach dem Brennen hangen theils von der Beschaffenheit des natürlichen Gesteins, theils von dem Verfahren beim Brennen ab.

Nicht jeder Gipsstein giebt nach dem Brennen einen gleich guten oder zu den verschiedenen Zwecken auf gleiche Weise dienlichen Gips. Hierüber mufs die Erfahrung entscheiden, und es läfst sich aus dem An-

sehen und den übrigen Eigenschaften des Steines darüber im Voraus wenig bestimmen. Nur so viel weifs man, dafs Thon sehr schädlich einwirkt und das sogenannte Todtbrennen befördert. Die Steine müssen deshalb vorher von allen anhängenden Thontheilen sorgfältig gereinigt werden.

Zum Brennen gehört eine etwas geringere Hitze als beim Kalk, und er darf nie weifs, sondern nur roth glühen, allenfalls noch etwas weniger. Im letzteren Falle ist er aber leicht nur halb gar, d. h. er hat nicht alles Wasser verloren; im erstern wird er todt gebrannt, d. h. er verliert die Fähigkeit, nachher wieder Wasser aufzunehmen.

Ist er gehörig gebrannt, so wird er in Rofsmühlen zu Pulver gemahlen, und sorgfältig gegen Luft und Feuchtigkeit verwahrt. Beim Gebrauche wird er mit einer, seinem Raume gleichen Menge Wasser versetzt, und es zeigen sich folgende Erscheinungen. Der Gips verschluckt von dem aufgegossenen Wasser so viel, als er durch das Brennen verloren hat; dabei erstarrt die ganze Menge unter Wärme-Entwicklung, und die Masse quillt anfangs wenig, schrumpft aber beim Austrocknen wieder etwas zusammen.

Nicht jeder Gips ist nach dem Austrocknen so fest als der andere, ja oft sind gerade die feinsten und weifsesten Sorten die weichsten, und eignen sich deshalb zu manchen Arbeiten nicht. Sehr vorzüglich ist der in der Nähe von Paris vorkommende Gips, von welchem ungeheure Mengen verbraucht werden, obgleich er nicht sehr fein, dafür aber um desto fester ist. Man hat vielfache Versuche gemacht, anderen Gipssorten durch Zusatz von anderen Materien eine gleiche Festigkeit zu geben. Am nächsten kommt man diesem Ziele, wenn man unter den gebrannten Gips ein Zehntel gebrannten Kalk in Pulverform bringt, beides so genau als möglich mit einander mengt, und alsdann das Wasser darauf giefst. Der Gips wird dadurch sehr verbessert, obgleich noch nicht so gut, wie der Pariser. Die vorzüglichste Mischung, welche selbst noch den Pariser Gips übertrifft, soll man erhalten, wenn man 85 Theile rohen Gipsstein pulvert, und mit 15 Theilen gepulverten rohen Kalkstein vermengt, das Ganze mit Wasser und sehr wenigem Thon durchknetet, daraus Kugeln bildet und diese zweimal brennt. In den meisten Fällen ist dies Verfahren wohl zu umständlich.

Man kann den Gips bei gewöhnlichen Bauten zur Verbindung der Bruchsteine benutzen, so wie zum Abweifsen der Wände. Man wendet

ihn nicht ganz zweckmäfsig an zum Verschmieren der Dächer und zum Grubenbau; dagegen besser zur Befestigung eiserner Massen im Mauerwerk, zum Abputz gerohrter Decken und Wände, zu vorspringenden Balken und Gesimsen, zum Ausputzen der Fugen, und in südlichen Gegenden besonders zum Ausgiefsen der Fufsböden und zur Bildung der sogenannten Estriche. An feuchten Orten verliert der Gipsmörtel seine bindende Kraft, und zwischen eingeschlossenen Steinfugen trocknet er äufserst langsam, wenn die Luft nicht hinzu kann.

Man bereitet aus Gips auch einen künstlichen Marmor, den Gipsmarmor, welcher auch wohl Stucco genannt wird. Man rührt in Leimwasser, welches mit verschiedenen Mineralfarben gefärbt ist, das Gipsmehl ein, und rührt so verschieden gefärbte Gipsmörtel durch einander, wodurch der Teig bunt geadert wird. Man trägt ihn sodann auf einen Kalkgrund auf, und schleift und polirt ihn nach der Erhärtung.

Stuck im eigentlichen Sinne ist ein bildsamer Teig aus ganz feinem Gips, sehr feinem Sande und Kalkmilch (Wasser, in welchem gebrannter Kalk aufgelöset ist), welcher in Formen zu allerlei Verzierungen *en haut relief* gedrückt wird, die man dann an Decken und Wänden sowohl aufser als in den Häusern anbringt.

Sehr häufig wird der gebrannte Gips zur Anfertigung gegossener Figuren gebraucht, zu welchem Ende der feinste und weifseste Gips angewendet wird. Da dieser jedoch sehr weich ist, so besteht nur die äufserste Lage daraus, und zu den innern Lagen wird ein festerer und gröberer Gips genommen. Diese Arbeiten werden von den sogenannten Stuccatur-Arbeitern verfertigt. Die Italiener sind in der Kunst vorzüglich geschickt, und die Mark von Ankona setzt davon viel nach anderen Gegenden ab. In mehreren Gegenden Deutschlands sind Fabriken der dahin gehörigen Artikel an Statuen, Bildnissen, Brustbildern u. s. w. zum Theil von reisenden Italienern begründet.

Man wendet den Gips aufserdem sehr häufig gebrannt, zuweilen auch roh, bei den künstlichen Wiesen an, und er wirkt austrocknend und auflockernd sehr vortheilhaft ein, wahrscheinlich aber nicht allein auf den Boden, sondern auch auf den Dünger.

Ein Cubikfufs roher (Sparenberger) Gips wiegt 145 Pfund.

6. Der aus dem Glimmerschiefer sich erhebende Dolomit bildet hohe spitzige Berge mit schroffen Felsen und nackten Wänden. Der aus

jüngeren Fels-Arten sich erhebende Dolomit zeichnet sich da, wo er nicht auf zu kleine Strecken verbreitet ist, durch seine sonderbaren kegelförmigen Berggestalten aus. Seine seltsam ausgezackten Felsen erheben sich thurmähnlich, bald einzeln als Spitzberge von beträchtlicher Höhe, bald in groſser Zahl nebeneinander, ohne daſs sie sich berühren, oder mit der Ebene sanft verflieſsen. Ihre steilen, senkrechten, selbst überhängenden Massen gleichen den Trümmern zerstörter Burgen, deren einzelne Spitzen noch hervorragen. In manchen Gegenden ist die Fels-Art ungemein mächtig, und steigt selbst bis zur Alpenhöhe hinan.

In Deutschland findet sich der Dolomit: in der Gegend um Bamberg, zwischen Sulzbach und Dorf Lengenfeld, zwischen Pegnitz und Hersbruck, in der Gegend um Muggendorf, Streitberg und Gailenreuth; zwischen dem Mariahilfberg, unweit Amberg, und Ober-Eichstädt und Neuburg an der Donau u. s. w. Im Mansfeldischen bei Kresfeld, Hornburg, Hergisdorf, Helbra, Wiederstädt, Gerbstädt u. s. w. Im Stollbergischen um Questenberg, in der Gegend um Koburg; in Kurhessen zu Rückingen bei Hanau, bei Riechelsdorf; im Herzogthum Westphalen, bei Bilstein, Heidling im Glindethal und Kanstein im Orgethal; in Schwaben, ausgezeichnet in einzelnen Blöcken auf der Höhe zwischen Rothenburg am Neckar und Niedernau; in Österreich, namentlich im Lande ob der Ens; im Salzburgischen; in Tyrol im Thale Fassa, und weit hinaus über dieses sich erstreckend, zwischen dem Pusterthale und Italien hin. Der Dolomit ist es vorzugsweise, welcher den merkwürdigen Gebirgscharacter Tyrols bestimmt. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene findet er sich entweder gar nicht, oder sehr selten.

Der ältere Dolomit ist geschichtet, und die Schichten stehen oft senkrecht. Der neuere zeigt gar keine Schichtung, und nur die Rauchwacke zeigt hier und da eine dergleichen mit meist dünnen Schichten. Auſserdem zeigen sich senkrechte Spalten und Klüfte, die oft sehr tief niedersetzen.

Der Dolomit bildet gern Höhlen, und sehr viele der bis jetzt bekannten groſsen Höhlen, wie die von Muggendorf und Gailenreuth u. s. w., befinden sich in ihm.

Die festeren Arten lassen sich wie Marmor verarbeiten, und Dolomieu fand unter den Trümmern am Palatinischen Berge in Rom, so wie

unter den Ruinen des Jupiter-Serapis-Tempels unweit Pozzuoli viele Blöcke, welche aus Dolomit bestanden. Die berühmte biegsame Platte im Borghesischen Pallaste zu Rom, welche aus einem Marmorstücke geschnitten wurde, das lange an einem Gebäude als Corniche gedient hatte, besteht ebenfalls aus Dolomit. In neueren Zeiten ist er zu Bildhauer-Arbeiten nicht angewendet worden.

Die festeren Arten des Dolomits können als Mauerstein völlig wie gewöhnlicher Kalkstein verwendet werden.

Man benutzt ihn auch zum Kalkbrennen, wozu jedoch nicht alle Arten tauglich sind, je nachdem sie mehr oder weniger Talk-Erde enthalten. An einigen Orten, z. B. in der Nachbarschaft von Plymouth in England benutzt man ihn zur Verfertigung des hydraulischen Kalks, indem man ihn gebrannt einem Theile gewöhnlichen gebrannten Kalkes zusetzt. Der daraus gebrannte Kalk giebt mit Zusatz von wenigem Sande einen guten Wassermörtel.

Der durchlöcherte Dolomit ist zuweilen so hart, daſs man in manchen Gegenden, wie z. B. zu Neustadt im Thale der Traun, im östlichen Baiern, Mühlensteine daraus macht.

---

b. Schieſrige Gesteine.

1. Ein schieſriges Gestein von grauer, grüner oder röthlicher Farbe, zuweilen gefleckt, und die Blätter etwas dicker wie beim Glimmerschiefer, welches sich mit dem Messer schneiden läſst und sich oft etwas fettig anfühlt, heiſst Talkschiefer.

Zuweilen sind ihm noch andere Gesteine, Glimmerblättchen, Quarzkörner, Feldspath, Granat und Erze eingemengt.

Ein sehr feinkörniges Gemenge dieser Art, bei welchem das schieſrige Gefüge mehr und mehr verloren geht, und gewöhnlich eine grüngraue Farbe zeigt, heiſst Topfstein (auch Schneide- Lawez- oder Giltstein).

2. Ein schieſriges Gestein von schwarzer, ins Graue oder Grüne ziehender Farbe, welches aus lauter feinen stark glänzenden, einander durchkreuzenden schwarzen Nadeln zusammengesetzt ist, die zuweilen so fein sind, daſs sie ohne Suchglas kaum erkannt werden können, und dabei schwer zerspringbar ist, heiſst Hornblendeschiefer. Das Gestein ist

oft dickschiefrig, und das Schiefrige daher erst in gröfseren Stücken zu erkennen.

Zuweilen sind auch dem Hornblendeschiefer Feldspath, Quarz, Glimmer, mehrere grüne Gesteine oder Erze beigemengt.

3. Ein schiefriges Gestein von dunkelgrüner Farbe, und als ob es aus sehr kurzen feinen Fäden oder Körnern zusammen gesetzt wäre, das sich dabei sehr leicht schneiden läfst, heifst Chloritschiefer. Sein Grün ist streifen- oder aderweise bald heller, bald dunkler. Häufig sind andere Mineralien ihm eingemengt.

---

1. Der Talkschiefer ist keine sehr verbreitete Gebirgs-Art, und bildet in Deutschland weniger eigene Berge, als vielmehr Lager in den Gneifs- und Glimmerschiefer-Gebirgen, seltener im Thonschiefer. Er findet sich in Deutschland: im Rheinischen Übergangs-Gebirge, zu Thiersheim bei Wunsiedel, bei Fuchsmühle und Erbendorf in der Oberpfalz, am Greiner im Zillerthale, im Fuschthale, zu Schillgaden, im Lungau im Salzburgischen u. s. w. Unter den Gesteinen der Norddeutschen Ebene fehlt er fast ganz.

Der Topfstein findet sich vorzüglich in den hohen Rhätischen Alpen Graubündtens bei Chiavenna, im Eginer Thale bei Zamloch und in Tyrol im Zitterthale.

Das Gestein ist geschichtet, bald in dünnen, bald in dicken Schichten, die oft stark geneigt, und nicht selten auffallend zickzackförmig gebogen sind.

Der Talkschiefer kann meist in ähnlicher Weise beim Bauen angewendet werden, wie der Glimmerschiefer. In vielen Fällen ist er sogar noch dauerhafter.

Eine vorzügliche Stein-Art ist der Topfstein. Er ist sehr schwer zerspringbar, läfst sich aber ziemlich leicht schneiden, sägen und drehen, ist aufserordentlich feuerbeständig, und hält sich an der Luft wie im Wasser ungemein gut. Wo er in Menge vorkommt, macht man daher mannigfachen Gebrauch von ihm. Er dient in Chiavenna im Sesiathale am Fufs des Mont Rosa, und am Comer See als Baustein, und nimmt jede Form an, die man ihm geben will. Man verfertigt daraus Platten zu Treppen und Balkonen, die fast unverwüstlich sind, weil der Stein

ungemein schwer zerspringt; man verfertigt in jener Gegend, so wie in Wallis beinahe sämmtliche Stuben-Öfen aus diesem Stein, denen man leicht eine gefälligere Form geben könnte, und die ebenfalls aufserordentlich dauerhaft sind; man benutzt ihn eben so zu Schmelz-Öfen als Gestellstein, wobei der Stein im Feuer allmälig härter wird. Man fabricirt daraus Kochtöpfe und Pfannen, die aufserordentlich billig und dauerhaft sind, und von den Bewohnern jener Gegenden anderem Geschirre vorgezogen werden, weil die Speisen darin früher kochen und einen reineren Geschmack behalten sollen. Aufserdem fertigt man daraus Thee- und Kaffeekannen, Tassen, Näpfe, Kessel, Krüge, Kamin-Einfassungen u. s. w., und wählt dazu Stücke, welche sich durch Farbe und das Annehmen einer besseren Politur auszeichnen. Schon den Alten war dieser Gebrauch des Steines bekannt. Wie wichtig dieser Fabricationszweig in jener Gegend ist, erhellet daraus, dafs der verschüttete Flecken Plues bei Chiavenna allein ehemals für 60000 Ducaten dieser Waaren jährlich absetzte, und dafs noch jetzt der Werth der fabricirten Waaren sich im Valtelin jährlich auf 500000 Franken beläuft.

2. Der Hornblendeschiefer bildet nur selten beträchtliche Felswände, welche dann meist sehr zerrissen sind. Gewöhnlich macht er nur einzelne Lager in andern Gebirgs-Arten, oft in Begleitung des Talkschiefers. Häufig sind seine Berge niedrig und einförmig.

Er findet sich: im Erzgebirge an mehreren Orten der Freiberger Gegend, bei Miltiz unfern Meifsen; im Thüringerwalde am Ehrenberg, auch um Suhl und Schleusingen; im Fichtelgebirge bei Goldmühle und den Leysauer Leiten von Goldkronach bis Berneck u. s. w.; in Schlesien zwischen Oppau und Rudelstadt über grofse Flächen verbreitet; in Böhmen bei Kuttenberg, Lukawez, am südlichen Abhange des Spitzberges bei Pirschenstein u. s. w.; in Salzburg im Anlaufthale; in Tyrol bei Klaussen u. s. w. Unter den Felsblöcken der Norddeutschen Ebene findet er sich ebenfalls zuweilen.

Das Gestein ist deutlich geschichtet, meistens gerade, und die Schichten sind dünn. Gewöhnlich sind sie nach allen Richtungen zerklüftet.

Der Hornblendeschiefer kann völlig wie das körnige Hornblendegestein angewendet werden. Aufserdem aber kann er zu Belegplatten, Treppenstufen, und wenn er dünnschiefrig genug ist, selbst zum Dachdecken gebraucht werden, wie dies in Schweden geschieht.

3. Chloritschiefer bildet nur selten Berge, die dann gerundete Gipfel und sanft verflächte Gehänge haben, durch tiefe Schluchten zerrissen und mit wenigen hervorragenden Klippen besetzt sind. Häufiger bildet er untergeordnete Lager in anderen schiefrigen Gebirgen, vorzugsweise im Glimmerschiefer.

Er bildet in Tyrol an der Wäschalpe und im Lungau beträchtliche Berge, die zu ansehnlicher Höhe emporsteigen; aufserdem kommt er vor in Salzburg im Thale Lend und im Zillerthale; in Böhmen im Eulergebirge, bei Christophshammer, im Blüschenberge bei Schmiedeberge, bei Klein- und Grofsskall u. a. O.; Steyermark, Kärnthen, Mähren bei Janowitz; Oberpfalz bei Ebnat und Erbendorf; Sachsen bei Hartenstein und Schneeberg u. s. w. Er verwittert leicht, ist sehr weich, und zu keiner Art von Anwendung von dem Baumeister zu gebrauchen.

C. Dichte Gesteine.

Sie erscheinen gleichförmig und ohne auf dem Bruche schiefrige oder körnige Absonderungen zu zeigen. Als Beispiel möge der Kalkstein und die Kreide dienen. Wir sondern sie hier in drei Unter-Abtheilungen nach ihrem Verhalten gegen einen Tropfen Scheidewasser, den man darauf bringt, nemlich:

α. Solche, welche mit Scheidewasser stark aufbrausen.

β. Solche, welche damit schwach aufbrausen.

γ. Solche, welche damit gar nicht aufbrausen.

Will man ein gleichartiges dichtes Gestein bestimmen, so untersuche man erst, zu welcher von diesen Abtheilungen es gehört, indem man einen Tropfen Säure darauf bringt, und suche dann in der dadurch bestimmten Abtheilung weiter.

α. Gesteine, welche mit Scheidewasser stark aufbrausen.

Sämmtliche Gesteine dieser Art sind Kalksteine, und für bauliche Zwecke wird schon diese Ausmittelung in den meisten Fällen hinreichen, wenn man sich etwa aus den folgenden Bestimmungen nicht herausfinden sollte.

1. Zeigt sich die Masse durchaus gleichartig, und nur selten hier und da ein körniges Gefüge annehmend, häufig aber (obgleich nicht immer) durchzogen von kleinen heller gefärbten Adern, ist die Farbe der dichten Masse grau von verschiedenen Graden (am meisten bläulichgrau), roth (selbst rosen- und blutroth), gelblich oder schwarz, so ist das Gestein Übergangskalk. Der meiste bunte Marmor gehört dazu.

Auf dem Bruche ist das Gestein eben mit feinen Splittern, hier und da glänzen einzelne Puncte, besonders aber in den Adern, wenn welche vorhanden sind. Die dichte Masse ist entweder einfarbig, oder sie wechselt stellenweise aus dem Lichteren ins Dunkele, auch finden sich verschiedene Farben in Flecken und Streifen, die sich jedoch nicht allmälig in einander verlaufen, sondern absetzen. Die Kanten und Adern scheinen oft stark durch. Zuweilen hat das Gestein kleine Zellen und Höhlungen; auch erscheint es zuweilen unvollkommen schiefrig, und hat dann gewöhnlich eine graulich schwarze oder grüne Farbe, brauset auch nur schwach mit Säure, weil viel Thon darin ist.

In der Regel sind diesem Kalke keine fremden Mineralien beigemengt. Nur Quarzkörner führt er oft, und zuweilen in so grofser Menge, dafs das Gestein ganz spröde und hart wird. Auch Erze kommen eingesprengt darin vor. Versteinerungen von Schnecken und Corallen (weniger von Muscheln) finden sich in manchen in grofser Menge. Sie haben gewöhnlich eine hellere Farbe als die Grundmasse, zuweilen sind sie auch roth und meist mit dem Gesteine fest verwachsen.

2. Zeigt sich der Kalk in blasserem Roth, unrein grau, lichtgelblich oder graulich weifs, schimmert er im Sonnenlichte etwas, und ist er dabei einfarbig oder doch nur verwaschen gestreift und gefleckt, so führt das Gestein den Namen Alpenkalk. Nur wenn es kleinkörnig wird, zeigen sich Adern. Zuweilen zeigen sich kleinere oder gröfsere Höhlungen; übrigens hat das Gestein eine ziemliche Härte.

Auch ihm sind mitunter fremde Mineralien eingemengt. Eben so führt er Versteinerungen.

In einzelnen Stücken ist er sehr oft von dem vorigen nicht zu unterscheiden, da die Verschiedenheit von jenem nicht sowohl im Gestein, als in der Lagerung begründet ist. Hierher gehört auch der sogenannte **Zechstein**, den manche Gebirgsforscher davon trennen, und dafür den

Alpenkalk mit dem Übergangskalk vereinigen. In baulicher Beziehung ist eine Unterscheidung unwesentlich.

3. Ist der dichte Kalk auf dem Bruche mit flachen rundlichen Erhabenheiten und Vertiefungen versehen, wie sie der Feuerstein ebenfalls zeigt, die Farbe sehr licht graulichweiſs oder gelblich, ist er nicht besonders dicht, ganz ohne Glanz, oder doch nur sehr schwach glänzend, so heiſst er Jurakalk. Zuweilen zeigt er eine Neigung, körnig zu werden, und ziemlich häufig besteht er sogar aus lauter kleinen runden dichten Körnern; seltener wird er schwammig. In der Regel ist seine sehr helle Farbe ein gutes Unterscheidungszeichen. Selten nur hat der Jurakalk fremde Mineralien eingemengt, wohl aber hat er oft eine sehr groſse Menge von versteinerten Muscheln, Schnecken, Corallen, Knochen, Fischen und Krebsen.

4. Erscheint das Gestein wie das vorige, dabei aber in geraden Platten, die ihm ein schiefriges Ansehen geben, mit vielen versteinerten oder abgedruckten Muscheln, vegetabilischen Resten, Krebsen, Fischen und Knochen, so heiſst es lithographischer Stein.

5. Ist das dichte Gestein im Bruche fast eben, feinsplittrig, selbst flachmuschelig, ohne Glanz, von lichter grauer oder gelblicher, selbst ins Weiſse ziehender Farbe, auſserdem auch licht bläulichgrau, so heiſst es Muschelkalk. Härte und Festigkeit ist verschieden nach der Farbe, der graue ist meist härter als der gelbe, welche letztere Farbe am häufigsten ist. Selten nur wird er schwärzlichblau oder gar schwarz. In der Regel ist das Gestein einfarbig.

Zuweilen finden sich blättrige glänzende Körner (von Kalkspath) eingesprengt, welche dem Gestein ein körniges Gefüge geben. Manchmal bestehen einzelne Schichten aus lauter rundlichen Körnern von der Gröſse der Mohnkörner. Andere Schichten sind nicht selten fein porös, als beständen sie aus erhärtetem Schaum. In manchen Schichten finden sich wulstartige Erhabenheiten, bald wurm- bald mehr schlangenähnlich, welche sich daraus glattflächig ablösen.

Nicht häufig sind ihm fremde Mineralien beigemengt. Ist es der Fall, so erscheinen sie weiſs, zuweilen perlmutterartig glänzend, oder es sind Erze.

Dagegen enthält er eine groſse Menge von Versteinerungen, besonders von Muscheln, aus welchen manche Lagen ganz zusammengesetzt erscheinen.

6. Ist die dichte Kalkmasse splittrig, graulichweifs oder licht-aschgrau, grünlichgrau oder gelblichgrau, selbst ockergelb oder gelblichbraun, doch meist licht und unrein, wechseln graue und braune Farben auch wohl scharf mit einander, so heifst sie Grobkalk. Die Festigkeit ist sehr verschieden und geht bis zum Zerreiblichen, mancher ist dagegen sehr fest; auch seine Schwere ist sehr ungleich. Zuweilen ist Sand durch die ganze Masse verbreitet, zuweilen nur streifenweise; auch läfst er häufig kleine Löcher bemerken, besonders unter dem Suchglase. Mitunter wird er unvollkommen schiefrig.

Eingemengt sind ihm zuweilen grüne Puncte, Quarz und Stücke von Glimmerschiefer, Gneifs oder rothem Sandstein.

7. Wenn die dichte Kalkmasse weifs, ins Gelbliche oder Graue übergehend ist, theils fest, theils weich, selbst locker, und der Bruch erdig ist, so heifst das Gestein Kreide. Zuweilen, aber nicht immer, färbt sie ab und schreibt. (Nur diese Sorten kommen in den Handel.)

Zuweilen ist ihr Sand eingemengt, wodurch sie wie ein feinkörniges Gestein erscheinen kann. Manche Kreide (der sogenannte Plänerkalk) riecht unangenehm. Aufserdem enthält die Kreide noch zuweilen grüne Puncte und wenige Erze, oft aber Feuerstein. Versteinerungen von Corallen, Muscheln, Schnecken, Seeigeln (Krötensteine gewöhnlich genannt), Beleminten (sogenannte Donnerkeile), Krebsen, Fischen und Amphibien sind darin häufig. Sie sind meist in Feuerstein verwandelt.

8. Ist das dichte Gestein im Bruche splittrig, auch wohl muschlig (wie Feuerstein), von gröfserer oder geringerer Festigkeit, von Farbe weifs, grau oder braun, zeigen sich dabei kleine Höhlungen und Poren von cylindrischer Form, die gewunden und oft grün gefärbt sind, finden sich dabei versteinerte Schnecken und Muscheln, welche denen in Seen und Flüssen noch jetzt lebenden sehr nahe kommen, oder völlig damit übereinstimmen, so heifst das Gestein dichter Süfswasserkalk.

Oft wechseln die Farben in einem Stücke mit einander ab. Auch zeigen sich wohl auf dunklerem Grunde kleine weifse rundliche Flecke, welche aus weicherem Kalke bestehen. Mancher Süfswasserkalk riecht beim Zerschlagen unangenehm.

Zuweilen wird das Gestein schiefrig, zuweilen auch ganz dicht ohne die Höhlungen. Auch Pflanzenreste schliefst es zuweilen ein, Abdrücke von Blättern, Stengel, Zweige, Wurzeln u. s. w., letztere meist verwest.

Auch finden sich Reste von Insecten, Krebsen, Amphibien, Fischen und Vögeln darin.

Zu dem Süfswasserkalk gehören auch die sich aus heifsen Wassern absetzenden Sprudelsteine und Erbsensteine, von welchen die ersteren strahligen Bruch haben, die zweiten wie zusammengebackene weifse Erbsen erscheinen.

9. Ist die Kalkmasse mehr oder weniger blasig, schwammig und porös, voll unregelmäfsiger Zellen und Löcher, in denen häufig vegetabilische Reste stecken; zeigt sie sich röhrenförmig oder in anderen sonderbaren Gestalten, wie Schilfe oder Rohre; ist der Bruch dicht und splittrig, sich bis ins Erdige und Zerreibliche verlaufend, die Farbe gelblich, ins Weifse, Graue, Braune, selbst Schwarze ziehend, so heifst sie Kalktuff. ufig schliefst sie Knochen, Schnecken, Muscheln und Pflanzenreste ein.

In den meisten Fällen ist es nicht möglich, diese verschiedenen Kalk-Arten in einzelnen Stücken zu unterscheiden. Meistens ist dies nur dann erst möglich, wenn man auf ihre Lagerung Rücksicht nimmt. Für die Praxis kommt in der Regel darauf nicht viel an, weil die meisten Kalk-Arten hinsichtlich ihrer Anwendung sehr ähnlich sind.

β. Dichte Gesteine, welche mit Scheidewasser mehr oder weniger schwach brausen.

10. Ist das Gestein unrein weifs, grau, gelblich, grünlich, röthlich, bläulich oder grünlichgrau, oder bräunlichroth, im Bruche uneben bis zum Erdigen, seltener blättrig, hart in sehr verschiedenem Grade bis zum Zerreiblichen, so heifst es Mergel.

Oft sind ihm Sandkörner eingemengt, die ihn sehr rauh anfühlen lassen, und dem Sandstein ähnlich machen. Die Farben zeigen sich zuweilen fleck- und streifenweise. Frisch ist er zuweilen so weich, dafs er geschnitten werden kann; an der Luft wird er fester und spröder. Der blättrige Mergel schwillt im Wasser auf, wird weich, und zerfällt zu Pulver oder einer teigartigen Masse. Aufser den Sandkörnern finden sich zuweilen auch grüne Puncte und Erze eingemengt. Mitunter finden sich auch Reste von Fischen, Krebsen, Conchylien und Pflanzentheilen.

11. Ist das Gestein dunkelgefärbt, braun, grau oder schwärzlich, entwickelt es beim Schlagen, Reiben, Ritzen oder Erwärmen einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, ist der Bruch splittrig oder uneben bis ins Erdige, auch wohl muschlig, so heifst es Stinkkalk.

Die Farben wechseln öfter miteinander; zuweilen zeigt sich ein körniges, zuweilen auch ein schiefriges Gefüge. Fremde Mineralien sind selten eingemengt; wohl aber finden sich mitunter Abdrücke von Pflanzen und Muscheln.

12. Ein mehr oder weniger fester, grauer, zum Theil poröser Kalk mit splittrigem bis groberdigem Bruche, welcher der Rauchwacke (dem grauen Dolomit) ähnlich ist, aber keine Blasenräume und Höhlungen hat, heiſst Rauhstein. Zuweilen zeigen sich darin weiſse oder metallische gelbe Körner eingesprengt.

13. Besteht das Gestein aus lauter runden Körnern, als wären Samenkörner zusammengeleimt, von grauer, bräunlichrother, dunkelschwärzlicher, auch wohl weiſser oder gelblicher Farbe, so heiſst es Rogenstein. Die Körner haben zuweilen eine andere Farbe als der sie verbindende Teig, und gehen von der Gröſse der Mohnkörner bis zu der von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser. Zuweilen wird das Gefüge schiefrig, in der Regel ist es dicht. Trümmer von Muscheln und Corallen kommen auch darin vor.

(Die Fortsetzung im nächsten Hefte.)

20.
Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Academie zu Berlin über Strafsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau.

(Fortsetzung von No. 2. Band. 3. Heft 1. und No. 16. Band 3. Heft 3.)

(Vom Herrn Dr. *Dietlein* zu Berlin.)

---

186. Wenn auch die Gewölbe selbst ganz von Quadern aufgeführt werden, so nimmt man doch zur Über- und Hinterbauung gewöhnlich Bruchsteine, sogar auch in den Häuptern, wenn die Brücke eben nicht bedeutend ist, und Kosten gespart werden sollen. In diesem Falle werden gewöhnlich alle Wölbsteine gleich hoch, also die äufsere Wölbung mit der innern gleichlaufend gemacht. Nimmt man aber zu den Stirnflächen beider Häupter Quadern, so erhalten wenigstens die, welche in den wagerecht laufenden Schichten in der Nähe des Schlusses an die äufsere Wölbung stofsen, oberhalb Eine sehr spitzwinklige Kante, die leicht beschädiget wird und unangenehm in die Augen fällt (Taf. XI. Fig. 40.).

187. Um diesen Übelstand zu vermeiden, hat man sich verschiedener Mittel bedient. Bei sehr flachen Gewölben nach Kreisbögen hat man, wenigstens in den Häuptern, sämmtliche Lagerfugen der Wölbsteine bis zum sogenannten Cordon (dem durchlaufenden Haupt-Gesimse der Brücke) fortgeführt (Taf. XI. Fig. 41. und 43.). Bei höhern Wölblinien hat man es nur mit weniger oder mehr Lagerfugen in der Nähe des Schlusses gethan, weil sonst die Lagerfugen in den Gewölbschenkeln zu lang werden; diese Anordnung sieht aber übel aus (Taf. XI. Fig. 41.).

188. Noch häufiger hat man gesucht, jede Lagerfuge der Wölbsteinschichten je mit einer der wagerechten Fugen der Vordertheile der Pfeiler zusammentreffen zu lassen. Je höher die Vordertheile sind, desto mehr mufs dann, bei gleicher Höhe der wagerechten Schichten, die Dicke der Wölbsteinschichten zunehmen, oder umgekehrt; man verzichtet daher oft, in einiger Entfernung von den Anfängen, auf die Erfüllung der Bedingung und läfst eine lothrechte Fuge, durch die Stirnflächen der Pfeiler, durch mehrere Schichten gehen (Taf. XI. Fig. 42.).

189. Läfst man die wagerechten Schichten der Häupter, bei gleicher Höhe derselben und bei gleich breiten oder starken Wölbsteinschichten, immer so weit fortlaufen, bis eine Fuge der ersten mit einer der letzten zusammentrifft, so werden die Lagerfugen der Wölbsteine in der Gegend der Mitte der Schenkel so lang, dafs sie unangenehm in die Augen fallen; man läfst daher von dem Anfange nach dem Schlusse zu immer mehr Lagerfugen des Gewölbes bis zu einer einzigen von den wagerechten fortlaufen, wie z. B. Perronet an der Brücke bei Neuilly gethan hat. Dann kann man die Wölbsteine fast gleich hoch machen, oder vom Schlusse nach den Anfängen zu fast gleichförmig zunehmen lassen, was sehr nützlich ist (Taf. XI. Fig. 44.).

190. Läfst es sich nicht vermeiden, dafs die Anfänge der Brückengewölbe vom Wasserspiegel der Fluthen überschritten werden, so sucht man wohl ihre Gestalt der einer kegelförmigen Röhre zu nähern, um die Nachtheile der Zusammenziehung des Strahls zu vermeiden. Entweder macht man dann die innere Wölblinie im Haupte gleichlaufend mit der Projection der des mittlern Theils des Gewölbes auf die lothrechte Ebene des Haupts, oder auch nicht. Im letztern Falle kann man sogenannte Ochsenhörner anwenden (wie Perronet bei der Brücke von Neuilly); diese sind dann Gewölbtheile, deren Projection auf eine wagerechte Ebene ein rechtwinkliges Dreieck ist (Taf. XI. Fig. 44.).

191. Wenn nicht vermieden werden konnte, die Anfänge der Gewölbe unter den höchsten Wasserspiegel reichen zu lassen, so macht man auch wohl sogenannte Brücken-Augen, d. h., durch jeden Mittelpfeiler eine Öffnung, nach der Länge desselben. Wie verwerflich solches sei, braucht kaum erwähnt zu werden (Taf. XI. Fig. 40.).

192. Die Form der Wölbsteine in den Häuptern mag sein, welche sie wolle, so werden die Steine zwischen den Häuptern dennoch fast immer gleich hoch sein, und es wird daher immer möglich sein, die Übermaurung und die Hintermaurung der Gewölbe, einerseits vom Scheitel der äufsern Wölbung, andererseits von der Mitte jedes Pfeilers an, etwas abfallen zu lassen *), und so eine Rinne zu bilden, die wieder abwech-

*) Gut ist es wohl, wenn die Wölbsteine nach den Anfängen zu an Höhe zunehmen, vorausgesetzt dafs ihre Dicke im Scheitel hinreichend sei. Wiederholt dürfte bei dieser Gelegenheit an die Wichtigkeit und den Nutzen der Übermaurung der Bögen zu erinnern sein. Sie dient keinesweges blofs zur Ausgleichung und Ausfüllung, sondern sehr wesentlich zur Verstärkung des Gewölbes. In diesem Betracht ist es

selndes Quergefälle hat, vermittelst welcher sich dann das etwa durch das Pflaster gedrungene Regenwasser durch lothrecht durch die Wölbsteine gebohrte cylindrische Öffnungen, oder durch Ausgüsse in den Häuptern der Gewölbe ableiten läfst (Taf. XI. Fig. 45.). Das erstere ist zwar nicht förderlich für die Festigkeit; das Letztere aber schadet dem Ansehen der Häupter. Nach den besondern Umständen kann man das Eine oder das Andere wählen.

193. Geländer sind stets nöthig *), und werden bei steinernen Brücken entweder von Eisen oder von Mauerwerk gemacht. In beiden Fällen dürfen sie nie weniger als 3 Fufs hoch sein. Steinerne Geländermauern werden $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Fufs dick gemacht, und wenigstens mit Rollschichten, wo möglich aber mit Quadern bedeckt, so lang als man sie nur haben kann, und oben dachförmig gestaltet. Eisen zur Verbindung der einzelnen Deckplatten oder Decksteine vermeidet man gern, weil es leicht gestohlen wird. Besser ist es, die Steine verdeckt zu spunden **).

194. Ist auf viele Fufsgänger zu rechnen, so macht man an jeder Seite der Brücke einen 4 bis 6 Fufs breiten Fufsweg. Zwischen den Fufswegen liegt die Fahrbahn, und zwischen dieser und den Fufswegen macht man gepflasterte Rinnen ***).

---

nöthig, sie so einzurichten, dafs sie, mit dem Gewölbe zusammen, möglichst eine feste Masse bilde. Deshalb müssen die Gewölbsteine oberhalb, nicht so wie unterhalb, eine stetige Fläche ausmachen, sondern abwechselnd etwas über- und zurückstehen, damit eine Verzahnung entstehe, vermittelst welcher die Übermaurung, von rauhen, oder doch nur weniger behauenen aber grofsen Bruchsteinen, mit den Gewölben verbunden wird. Besteht Bogen und Übermaurung aus Ziegeln, so müssen beide ebenfalls verzahnt mit einander verbunden werden. Die Übermaurung verstärkt das Gewölbe gerade an den schwächsten Stellen, und ein so verstärktes Gewölbe kann, selbst wenn es nur schwach ist, nicht leicht nachgeben. Gut ist es, die Übermaurung zu machen, ehe das Bogen-Gerüst weggenommen wird. Anm. d. Herausg.

*) Bei ganz kleinen Brücken, wenn sie so breit sind als die Strafse, nicht immer. Es ist sogar öfters sehr wunderlich, auf Chausséen Brücken-Geländer zu sehen, wo man weder eine Brücke, noch Wasser gewahr wird (wenn es im Sommer vielleicht gerade ausgetrocknet ist), und wo auch der Damm gerade nicht höher ist als an vielen andern Stellen. Anm. d. Herausg.

**) Geländer auf Brücken in grofsen Städten, wenn sie zugleich zur Zierde dienen sollen, werden natürlich, dieses Zweckes wegen, mannigfaltig anders angeordnet. Anm. d. Herausg.

***) Da es, wie oben bemerkt, gut ist, wenn die Brückenbahn ganz horizontal liegt, so dafs das Regenwasser nicht nach der Länge der Brücke abfliefsen kann, so müssen entweder die Fufswege erhöht und das Wasser aus den Rinnen mufs quer unter denselben abgeleitet werden, oder die Rinnen bleiben weg und das Wasser fliefst quer über die Fufswege, die dann etwa durch Radstöfser von der Fahrbahn abgesondert werden. Anm. d. Herausg.

195. Hat das Strafsenpflaster, von der Mitte nach jedem Ufer zu, Gefälle, so erhält jeder Fufsweg dessen etwas weniger, und in diesem Falle sind an den Enden der Fufswege etliche bequeme Stufen nöthig *).

196. Unentbehrlich sind Rad-Abweiser längs den Fufswegen **). Sie können von Steinen, oder auch von Eisen sein; nützlich, jedoch meistens entbehrlich, sind eiserne Schienen zum Schutze der Kanten der Platten, mit welchen die Fufswege bedeckt werden.

197. Bis zum Schlusse, und auch noch mehr oder weniger nachher, müssen die Wölbsteine bekanntlich durch ein Gerüst unterstützt werden, welches hernach herausgenommen wird, und wobei keine nachtheilige Veränderungen der Gestalt der Fugen, und noch weniger Erschütterungen des Gewölbes entstehen dürfen.

198. Sind die einzelnen Wölbsteine klein, wie z. B. wenn das Gewölbe von Ziegeln gemacht wird, so mufs eine gekrümmte Fläche, der innern Gewölbfläche gleich, aus Dachlatten, oder schmalen Brettstreifen gebildet werden. Für grofse Gewölbsteine sind statt der Latten oder Bretter stärkere Hölzer, bis zu 7 Zoll breit und 8 Zoll hoch nöthig, die dann, wie jene, von einem Haupte bis zum andern reichen, und deren jedes unter die Mitte der Leibung einer Schicht Wölbsteine zu liegen kommt. Beide Arten von Schalhölzern müssen freilich wieder unterstützt werden; nur können auf die ersten die Wölbsteine unmittelbar gesetzt werden, während bei den zweiten, oberhalb und unterhalb der Schalhölzer, noch hölzerne Keile nöthig sind, letztere um die Schalhölzer, erstere um die Wölbsteine an beliebigen Stellen etwas heben oder senken zu können. Bei gröfseren Gewölben beträgt die Höhe der Schalhölzer, und die der Keile darüber und darunter, zusammen bis 18 Zoll.

199. Die Schalung mufs ferner unterstützt werden, und dies geschieht, indem man darunter Wände oder Rippen setzt, die auf festen Puncten ruhen, und die je nach der Stärke der Schalhölzer und der Belastung durch die Wölbsteine, mehr oder weniger von einander entfernt gestellt werden, während sie in der Regel mit den Häuptern gleichlaufend sind. Man sieht leicht, dafs die Entfernung der Rippen, die Stärke des Schalholzes, und die Höhe der Wölbsteine, gegenseitig von einander ab-

*) Alles dieses wird vermieden, wenn die Brückenbahn der Länge nach horizontal ist. Anm. d. Herausg.

**) Nicht aber, wenn sie über die Fahrbahn erhöhet sind. Anm. d. Herausg.

hängen; allein die gröfste Entfernung der Rippen von einander darf nicht über 6 Fufs betragen.

200. Setzt man die Rippen gleich weit von einander, so haben, bei überall gleicher Höhe der Wölbsteine, die Rippen unter den Häuptern nur etwa halb so viel zu tragen, als die mittleren; jene senken sich daher etwas weniger als diese. Von dieser Verschiedenheit fällt zwar zuweilen ein Theil weg, weil man die Wölbsteine in den Häuptern gewöhnlich etwas höher macht als die übrigen; indessen möchte es doch gut sein, die beiden äufsern Felder etwas weiter zu machen, als die mittleren.

201. Die Rippen müssen an ihrer obern Seite so gestaltet sein, dafs sie sämmtlich in eine Fläche fallen, welche mit der innern Wölbung gleichlaufend ist, und zwar in dem nöthigen normalen gleichen Abstande davon. Dazu brauchen aber nur die obersten Verbandstücke oben nach der Rundung bearbeitet zu werden, während sie unterhalb gerade bleiben, um sie so wenig als möglich über den Span schneiden und schwächen zu dürfen. Die obersten Verbandstücke ruhen mit ihren beiden Enden auf festen Puncten, und diese werden dann entweder durch die Holme der mit den Stirnflächen der Pfeiler gleichlaufenden Wände gebildet, welche durch eine Pfahlbrücke getragen werden (und dann nennt man den Lehrbogen unbeweglich), oder durch Tragschwellen eines Sprengwerks, dessen Stützpuncte in die Pfeiler fallen (und dann heifst der Lehrbogen beweglich oder gesprengt).

202. Die unbeweglichen Lehrbögen möchten dann vorzuziehen sein, wenn nicht unter denselben hindurch die Schiffahrt fortgehen mufs, oder das Wasser zu tief ist, um die Pfähle einer Nothbrücke ohne zu grofse Beschwer rammen zu können. Im andern Falle mufs man sich der gesprengten Lehrbögen bedienen, die eigentlich nichts anders als Sprengwerksbrücken sind, welche zwar nur kurze Zeit vorhalten, jedoch gewöhnlich eine grofse Last (die sämmtlichen Wölbsteine) tragen sollen. Die Regeln, nach welchen gesprengte Lehrbögen zu bauen sind, stimmen mit denen §. 104. bis 107. überein *).

---

*) Die Gerüste steinerner Brücken-Bögen durch Pfahlreihen zwischen den Brükken-Pfeilern zu unterstützen, ist auch in Flüssen, die starke und unvorhergesehene Eisgänge haben, gefährlich. Es sind Fälle vorgekommen, wo die Gerüste vom Eise weggerissen und die noch nicht ganz fertigen Bögen deshalb eingestürzt sind. Sicherer ist es daher meistens, die Gerüst-Bögen zu sprengen und auf die Brücken-Pfeiler zu stemmen. Anm. d. Herausg.

203. Welche Abmessungen die Querschnitte der Verbandstücke einer gesprengten Brücke je nach ihrer Lage haben müssen, wenn die Gröfse der darauf wirkenden Pressung bekannt ist, läfst sich nach den vorangeführten Paragraphen ausmitteln. Daher braucht nur noch von der Pressung selbst die Rede zu sein. Die Wölbsteine, deren Lagerflächen eine geringere Neigung als 38 bis 39 Grad gegen eine wagerechte Ebene haben, drücken gar nicht auf die Lehrbögen, weil ihr relatives Gewicht kleiner ist, als die Reibung an einander. Von da an wird aber der Überschufs des Druckes über die Reibung immer gröfser, und sobald das Loth durch den Schwerpunct der Schicht die untere Leibungskante der Wölbsteine trifft, dem ganzen Gewichte derselben gleich, was dann bis zum Schlusse so fortgeht. Die Schenkel des Gewölbes entfernen sich aber von denen des Lehrbogens um so weiter, je mehr sich der letztere senkt, was einige Abänderung in der Rechnung nöthig macht. Die Rechnung darf jedoch hier nicht angeführt werden; man sehe darüber: „Gauthey, *Traité de la construction des ponts.* Band II. Buch 3. Cap. 1.," woraus Einiges in meiner Übersetzung von Perronets Werke S. 545. ff. angeführt ist.

204. Von dem Aufstellen, dem sogenannten Richten einer hölzernen, hängenden oder gesprengten Brücke ist früher noch nicht die Rede gewesen. Es ist bis hierher verspart worden, weil es dem Richten von gesprengten Lehrbögen gleich ist. Da kein einzelnes Verbandstück von einem Pfeiler bis zum andern reicht *), so ist natürlich ein Gerüst nöthig. Etwa in der Höhe der Anfänge des Bogens wird eine mit Rüstbohlen belegte Balkenlage gelegt. Diese kann auf verholmten, mit den Stirnflächen der Pfeiler gleichlaufenden, etwa 15 bis 16 Fufs von einander entfernten, auf der einen Seite noch 10 bis 12 Fufs über die Ebene des Hauptes hinausreichenden Pfahlreihen ruhen; im Nothfall aber auch von Schiffen getragen werden, worüber das Nähere bei den Schiffbrücken. Pfähle sind aber besser, weil die Schiffbrücke nicht allein immer etwas schwankt, sondern auch mit dem Wasserspiegel steigt und sinkt, was zwar durch Ein- oder Ausschütten von Ballast ausgeglichen werden kann, aber doch beschwerlich und nachtheilig ist.

205. Auf den gedachten Boden werden Rüstböcke gestellt, und darauf Balken und Bohlen gelegt, und wenn diese nicht hinreichen, auf

*) Nemlich bei gröfsern Brücken. Bei kleineren Bögen gehen einzelne Stücke durch. Anm. d. Herausg.

die letzten wieder Blöcke, und so fort, so weit als es nöthig ist. Dann lassen sich überall leicht durch Klötze und Keile die Enden der einzelnen Verbandstücke in der gehörigen Lage unterstützen. Ist eine Rippe aufgerichtet, so nimmt man die Keile heraus, und bringt die ganze Rippe vermittelst Streben in die lothrechte Ebene durch ihre auf dem Gerüst aufgeschnürte wagerechte Projection.

206. Sind alle Rippen aufgestellt, so werden die Verbindungsschwellen, die Zangen, Riegelhölzer, Windruthen und Windstreben eingebracht und alles wird verbolzt.

207. Sind die Rippen aus krummgearbeiteten Hölzern zusammengesetzt, also Holzbogen von den §. 107. beschriebenen Arten, so kann man jede Rippe platt auf dem Gerüst zusammensetzen, und vermittelst Hebegeschirre in die lothrechte Lage bringen. Wird die Rippe in der Nähe des Scheitels gefafst, so senken sich die Schenkel etwas, und die Sehne verkürzt sich, so dafs man die Rippe leicht in die dazu bestimmten Einschnitte niederlassen kann.

208. Bei den Wiebekingschen Brücken müssen die einzelnen Curven, während der Zusammensetzung der Rippen, mit nicht unbedeutender Kraft gebogen werden, und daher sind hier immer Pfahlgerüste nöthig.

209. Nach Aufstellung der Sprengwerke wird das ganze dazu erforderlich gewesene Gerüst wieder weggenommen, wenn man nicht etwa einen Theil desselben als Interims-Passage, bis die Brücke fertig ist, stehen lassen will.

210. Die Mittel, um die Baustoffe, worunter auch sehr schwere Steine, bis an die Stelle und in die Lage zu bringen, in der sie hernach bleiben sollen, sind nicht immer dieselben. Hat man Fangedämme gemacht, so dienen dieselben zugleich als Nothbrücken, in so fern sie mit den Ufern zusammenhängen. Hängt ein Fangedamm nicht mit den Ufern zusammen, oder führt man die untern Theile des Mauerwerks in Kästen auf, oder sind die Fangedämme schon wieder weggenommen und man will nicht eine Nothbrücke quer über den ganzen Flufs bauen, so werden die Materialien auf bebrückten Schiffen herbeigefahren. Liegt die Oberfläche des bereits aufgeführten Mauerwerks tiefer als die Brücke auf dem Schiffe, so läfst man die Steine auf glatten, abhängig gelegten Strafsbäumen hinabgleiten. Im entgegengesetzten Falle hebt man sie durch Krahne vom Schiffe in die Höhe, und dreht die Krahne so weit um, dafs man die

Steine so nahe als möglich an der Stelle, wo sie versetzt werden sollen, niederlassen kann. Der Krahn kann auf dem Pfeiler, oder auf einem daneben festgelegten Schiffe stehen.

211. Bei Aufführung der Gewölbe ist gewöhnlich eine Nothbrücke erforderlich. Bei gesprengten Lehrbögen legt man sie neben das eine Brückenhaupt, etwas über die Anfänge der Bögen; bei unbeweglichen Lehrbögen auch wohl auf diese selbst. Im ersten Falle hebt man die Steine mit Krahnen auf die Lehrbögen, und stellt die Krahne anfänglich auf die Pfeiler, und wenn man nach dem Schlusse zu kommt, auf die Nothbrücke; auch wohl, mit einigem Nachtheile für die Lehrbögen, auf diese selbst. Bei der Brücke zu Neuilly hat Perronet auf Walzen-Gerüste, Haspel mit Ziehscheiben auf die Nothbrücke neben den Lehrbögen, jedoch so hoch gestellt, dafs die unter den Haspel gebrachten Steine etwa 15 bis 18 Zoll höher als die Oberfläche des Lehrbogens gehoben werden konnten, worauf dann Bohlen vom Lehrbogen nach dem Gerüste des Haspels gelegt, und die Steine darauf, vermittelst Walzen, an Ort und Stelle geschoben wurden. Die Interims-Passage der Brücke bei Mantes ging unter dem ganzen Lehrbogen durch, und reichte auf jeder Seite noch so weit über die Stirnflächen der Häupter hinaus, dafs an jeder Seite Platz zur Aufstellung eines Hebegeschirres blieb. Mit dem einen derselben wurden die darunter gefahrenen Steine erst etwas über die Höhe des Lehrbogens gehoben, dann an das andere befestiget, und hierauf wurde durch Anziehen der Seile des zweiten, und Nachlassen der des ersten, der Stein an seine Stelle gebracht.

Liegt die Oberfläche der Nothbrücke etwas höher als der Scheitel des Lehrbogens, so kann man jeden Stein unmittelbar auf diesen bringen, und hernach auf Strafsbäumen vollends herablassen.

Liegt die Nothbrücke auf dem Lehrbogen selbst, so kann man auf diesen ein Hebegeschirr stellen, den darunter gefahrnen Stein aufheben, eine oder zwei Belagbohlen aufheben und den Stein durch die Öffnung bis auf den Lehrbogen niederlassen.

212. Schlingt man Seile um die Steine, so können sie nicht mit Hebegeschirren unmittelbar in ihre richtige Lage gebracht werden, welches gleichwohl eine grofse Erleichterung ist. Dann kann man sich einer der vier (Taf. IX. Fig. 39. voriges Heft) dargestellten Zangen bedienen, deren Gebrauchs-Erklärung dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleibt.

213. Die Pfeiler nicht ganz unbedeutender Brücken werden in der Regel mit Quadern bekleidet. Die Höhe der Quader-Schichten ist gewöhnlich ungefähr 18 Zoll. Die Läufer macht man wenigstens $1\frac{1}{2}$, jedoch nicht mehr als 3 Mal so lang als hoch, weil sie sonst zu leicht brechen. Die Binder können in der Stirnfläche quadratisch sein, und man macht sie wo möglich doppelt so lang als die Läufer stark sind.

214. In jeder Schicht läfst man auf jeden Binder einen Läufer folgen, und setzt dann die Binder der nächst folgenden höheren Schicht entweder auf die Mitte eines Läufers der vorhergehenden, oder auf eine Stofsfuge, zumal wenn die Länge der Läufer und Binder in der Stirnfläche nicht sehr verschieden ist; oder man läfst auf jeden Binder zwei Läufer folgen, und setzt dann in der folgenden Schicht einen Binder auf die Stofsfuge zweier Läufer in der untern. Sind nicht alle Binder und Läufer unter sich gleich lang in den Stirnflächen, was freilich wo möglich so sein sollte, so mufs man doch die Stofsfugen der verschiedenen Schichten so gut als möglich zu wechseln suchen *).

215. Da es schwierig ist, grofse Quadern unmittelbar auf einander, oder vielmehr blofs auf eine schwache Mörtellage zu versetzen, so bedient man sich häufig der Keile. Diese sind $\frac{1}{4}$ bis höchstens $\frac{1}{3}$ Zoll starke Plättchen von Eichenholz, welche so auf das Lager gelegt werden, dafs sie noch etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von der Stirnfläche entfernt bleiben. Auf diese wird der Stein gesetzt, und hernach wird der leere Raum unter dem Steine mit Mörtel ausgefüllt. Dies geschieht entweder indem man ihn mit einer Kelle einstreicht, oder in die Fugen giefst. Im letztern Falle darf die Fuge eigentlich nur $\frac{1}{3}$ Zoll stark sein. Sind dann mehrere Werkstücke neben einander versetzt, so wird hinter denselben, in einem Abstande von wenigstens $\frac{1}{3}$ Zoll, eine Schicht gebrannter Steine vermauert; hierauf wird die Lagerfuge mit Wasser genäfst, und dann in die lothrechten Fugen Mörtel eingegossen, der so flüssig sein mufs, dafs es nöthig ist, ihn in der Vorderseite der Lagerfuge am weitern Abfliefsen zu hindern, z. B. durch eingedrückten Werg. Da die Keile immer nöthig sind, der eingegossene Mörtel aber stärker schwindet als der eingestrichene, so ist es zweifelhaft, welches Verfahren das beste sei **).

---

*) Man sehe wegen solcher Plattirungen oben die Anmerkung zu §. 181.
Anm. d. Herausg.

**) Der eingossene Mörtel füllt die Fugen doch noch vollkommener als der eingestrichene.
Anm. d. Herausg.

216. Zuweilen verfährt man auch, wie folgt. Nachdem man den Stein, auf drei oder vier Keilen, auf seine Stelle gebracht hat, nimmt man ihn wieder weg, und breitet auf die darunter liegenden eine Lage Mörtel aus, deren Dicke die Höhe der Keile bestimmt. Darauf bringt man den Stein wieder hin, und stöfst ihn mit einer hölzernen Handramme fest, damit sich der Mörtel setze. Dann nimmt man die Keile heraus und rammt von Neuem. Indessen wird sich hierbei die Mauer setzen, und es ist schwer die Stirnflächen aller Steine in eine einzige Ebene zu bringen *).

217. Die Füllmauer wird aus rauhen Werkstücken, oder auch Bruchsteinen, oder aus gebrannten Ziegeln gemacht. Es ist gut, in Mittelpfeilern, wenigstens in schwachen, je zwei Binder in den entgegengesetzten Stirnflächen gegen einander über treffen zu lassen, und dann zwischen beide ein rauhes Werkstück zu legen, die drei Stücke aber durch Klammern mit einander zu verbinden.

218. Die aus Quadern bestehenden Theile der Mauern setzen sich weniger als die übrigen aus kleinen Steinen, wegen der geringeren Lagerfugen. Es wäre daher gut, das Bruchstein-Mauerwerk in der Höhe jeder Schicht mit einer Lage von Mörtel und Stein-Abgängen zu bedecken, und dann zu rammen **).

219. Ist die Weite der Öffnungen einer Brücke nicht gerade sehr bedeutend, so begnügt man sich auch wohl, nur die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler und die Ecken von Quadern zu machen; zu den übrigen Stirnflächen aber gespitzte Bruchsteine zu nehmen. Gröfserer Festigkeit wegen macht man auch wohl zwischen den Ecken, in den Stirnflächen lothrechte Gurte aus Quadern, und verbindet sie vielleicht noch durch wagerechte Quader-Gurte, wobei man Läufer und Binder abwechseln läfst. Die lothrechten Gurte sind wenigstens von eben so grofsem

---

*) Auch kann der Mörtel, bis der Stein fest liegt, zu trocken werden.
Anm. d. Herausg.

**) Man vermeidet bekleidete Mauern mit Recht schon bei Häusern und andern Landgebäuden, die doch bei weitem nicht so viel zu tragen haben, und so vielen Erschütterungen und Angriffen ausgesetzt sind, als Brücken-Pfeiler. Man sollte daher um so mehr bei Brücken solche gebrechliche Bau-Werke vermeiden. Man wird in der That immer finden, dafs die Bekleidung der Mauern mit Werkstücken bald schadhaft wird. In Erwägung, dafs die plattirte Mauer im Ganzen dicker sein mufs, als wenn sie ganz von Werksteinen, oder überhaupt nur von einerlei Material gemacht wird, ist schon die anfängliche Ersparung meistens nicht grofs; die geringe Ersparung zieht aber gewöhnlich in der Folge viel gröfsere Ausgaben nach sich.
Anm. d. Herausg.

Nachtheile als Vortheile; die wagerechten aber geben eine gute Verankerung *).

220. Sind die Mauern ausgetrocknet, und haben sie sich gesetzt, so werden sie nachgearbeitet, das heifst, man haut die etwa aus der Stirnfläche hervorragenden einzelnen Theile, die sich beim Versetzen etwas verschoben haben, behutsam ab. Dann kratzt man den Mörtel aus den Fugen so tief als möglich aus, und wirft dafür neuen, sorgfältiger bearbeiteten hinein, und zwar in schwachen, senkrechten Lagen, die festgedrückt und durch Reiben mit dem Fug-Eisen so hart als möglich gemacht werden. Dies geschieht natürlich auf Gerüsten, die auf Flössen oder Schiffen stehen, oder auch auf hängenden Gerüsten.

221. Die Wölbsteine werden zwar in der Gegend der Anfänge bald mit bald ohne Hülfe von Keilen versetzt; allein in der Nähe des Schlusses sind bei grofsen Quadern und Mörtelfugen die Keile unentbehrlich, weil der Mörtel vom Lager abfliefsen würde, und in die Lagerfugen nur gegossen werden kann, nachdem dieselben in der innern Wölbung (etwa mit Werg) verstopft worden.

222. Ist der Lehrbogen unbeweglich, so wird er sich zwar nur wenig setzen, aber doch um so stärker, je näher man mit dem Versetzen der Wölbsteine dem Schlusse kommt. Um die daraus entstehende Abweichung von der Wölblinie unschädlich zu machen, läfst man die schon liegende Schicht etwas vor der folgenden nach unten zu vorstehen, und schafft die kleinen daraus etwa entstehenden Ungleichheiten beim Nach-Arbeiten weg, wenigstens in den Häuptern.

223. Wölbt man aber auf einem gesprengten Lehrbogen, so wird, wenigstens in den meisten Fällen, der Scheitel ein um so gröfseres Bestreben haben, in die Höhe zu steigen, je stärker die Belastung der Schenkel ist. Wenn man nun gleich, wie durchaus nöthig, sorgfältig darauf sieht, dafs stets zwei gleichnamige Schichten in beide Schenkel zugleich eingebracht werden, so mufs doch der Lehrbogen im Scheitel immer stärker belastet werden, zu welchem Ende man zuerst die zum Schlusse bestimm-

---

*) Die lothrechten Gurte sind offenbar noch viel nachtheiliger, als die Plattirung der ganzen Mauer. Weniger unfest als das Bekleiden der Mauer würde es noch sein, sie schichtenweise abwechselnd aus Quadern und aus rohen Steinen aufzuführen; doch bestimmen wohl nie die Kosten allein den Bau, sondern auch der Bau die Kosten. Anm. d. Herausg.

ten Steine, dann die zu den beiden anliegenden, u. s. f. vorläufig aufbringt. Man siehet, dafs unter diesen Umständen die gesprengten Lehrbögen fast fortwährend ihre Lage ändern, mithin auch die bereits versetzten Wölbsteinschichten. Um den Nachtheil hiervon nicht erst ganz in der Nähe des Schlusses abhelfen, also plötzlich die Richtung der Lagerflächen ändern zu müssen, mufs die Abweichung der obern Lagerfläche jeder bereits eingebrachten Schicht ausgemittelt und danach die erforderliche Abänderung in der nächst folgenden gemacht werden, wozu, mit gehöriger Sorgfalt, in der Regel eine Abänderung der Dicke der Keile, der Lagerflächen, und eine geringe Erhebung der untersten Leibungskante der neuen Schicht hinreichend sein wird.

224. Zur Bestimmung der Lage der Lagerflächen (ehe der Schlufs eingebracht ist) berechnet man eine Tafel der rechtwinkligen Coordinaten der Puncte, in welchen die Leibungsfugen und die wagerechten Linien durch die äufsern Enden der Lagerfugen die Ebene des Haupts schneiden müssen (wobei zur Abscissenlinie ein Loth auf die Stirnfläche eines Pfeilers genommen wird), und mittelt dann die Lage aus, welche die gedachten beiden Puncte da haben, wo die folgende Schicht versetzt werden soll. Anstatt die Coordinaten zu berechnen, kann man auch die Neigungswinkel der Lagerfugen auf einen Quadranten tragen, der als Schrotwage gebraucht wird, wie Perronet gethan. Die Art der Verfertigung eines solchen Quadranten und seines Gebrauchs kann hier nicht gezeigt werden; solches mufs dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben.

225. Wenn das Gewölbe etwa 40 Fufs spannt, so stellt man auf oberhalb und unterhalb der Brücke geschlagene Pfahlreihen Lehrbögen von Brettern oder Bohlen auf, um von einem zum andern Schnüre auszuspannen, und Abweichungen auszumitteln.

226. Ehe die Lehrbögen weggenommen werden, sind der Mörtel und die Keile in den Fugen der untern Theile des Gewölbes schon etwas zusammengeprefst, nicht aber in der Nähe des Schlusses. Damit dies so viel möglich geschehe, hat Perronet, beim Bau der Brücke bei Mantes, je zwei in der Nähe der innern Wölbung auslaufende Einschnitte in der obern Lagerfläche der Wölbsteine ausarbeiten lassen, und darin flache hölzerne Keile, zwischen vorher eingelegte, mit Seife bestrichene, sehr schwache Latten eingetrieben. Allein davon sind mehrere Wölbsteine gesprungen; er hat daher bei der Brücke zu Neuilly vorgezogen, blofs

Schiefer zwischen den Mörtel der äufsern Wölbung treiben zu lassen. Aber dann öffnen sich die Fugen in der Nähe des Schlusses in der innern Wölbung um so mehr; es ist daher das Eintreiben von Keilen in die äufsere Wölbung, in der Nähe des Schlusses, mehr nachtheilig als vortheilhaft. Besser ist wohl das von Gauthey vorgeschlagene Mittel, die Fugen mit einem Mörtel auszufüllen, der an Volumen zunimmt, wenn er trocken wird, und den man z. B. erhält, wenn man sehr feinen Cement mit ungelöschtem pulverisirten Kalk und Wasser, in einem durch Versuche für jeden einzelnen Fall zu bestimmenden Verhältnisse, mischt. Als Beispiel führt er ein etwa 22 Fufs weites scheitrechtes Gewölbe an, dessen Fugen mit einer solchen dünnen Mischung ausgegossen worden waren, und welches sich gar nicht gesetzt hat, während nach einigen Monaten der Mörtel dermafsen an Volumen zugenommen hatte, dafs längs den Fugen sich Wulste, von mehr als ½ Zoll dick, gebildet hatten, die steinhart waren.

227. Die Beantwortung der Frage, ob es besser sei, die Lehrbögen sofort nach Einbringung des Schlusses wegzunehmen, oder erst nachdem der Mörtel etwas Zeit gehabt hat zu erhärten, läfst sich nicht unbedingt beantworten. Man hat sowohl das Eine als das Andere gethan, in beiden Fällen mit mehr oder weniger günstigem Erfolge. Hauptsächlich möchte es wohl auf die sorgfältige Ausführung der Arbeit ankommen. Dann möchte es auch wohl besser sein, dem Mörtel einige Zeit zum Trocknen zu geben, als unmittelbar nach Einbringung des Schlusses das Gerüst wegzunehmen. Mufs man besonderer Umstände wegen damit so lange warten, bis der Mörtel schon ziemlich hart geworden ist, so ist es gut, in die Fugen nochmals sehr flüssigen Mörtel zu giefsen.

228. Beim Abbrechen des Gerüstes nimmt man zuerst die den beiden Anfängen des Gewölbes zunächst liegenden Schalhölzer heraus; dann die an beiden Seiten nach dem Schlusse zu folgenden u. s. w. Das Wegnehmen der Hölzer ist in der Nähe der Anfänge sehr leicht, weil hier die Schenkel des Gewölbes nicht ganz den Lehrbogen drücken; aber um so schwieriger ist es, je mehr man sich dem Schlusse nähert, weil dann der zusammengedrückte Lehrbogen immer weiter frei wird, und seinen Scheitel, vermöge der Elasticität, immer stärker zu heben strebt. Anfänglich spaltet man blofs die Keile; dies wird aber in der Nähe des Schlusses für die Arbeiter gefährlich, weil sich der Lehrbogen zu plötzlich heben kann;

daher setzt man kleine Spreitzen mit pyramidenförmigen Enden neben die Schalhölzer, und verkleinert die Keile durch allmälige Abmeifselung, nachdem man je das darauf nach oben folgende Schalholz herausgenommen hat.

229. In jedem einzelnen Gewölbe müssen zwar die erwähnten Arbeiten an Stellen, die eine symmetrische Lage gegen den Schlufs haben, zugleich geschehen; aber diese Vorsicht ist noch nicht hinreichend, wenn die Mittelpfeiler nicht so stark sind, dafs sie als Stirnpfeiler angesehen werden können, in diesem Falle müssen sämmtliche, gegen ihre zugehörige Schlufsschichten gleichliegende Stellen, auf gleiche Weise und zugleich behandelt werden.

230. Besondere Umstände können gestatten, das Gerüst schneller und bequemer wegzunehmen, ohne Nachtheil für die Sicherheit, welche durchaus erfordert, dafs die bedeutende Masse des Gewölbes nie in eine mehr als fast unbemerkbare Bewegung gerathe. Beispiele davon sind die Brücken bei Nemours über den Loing, und die Invaliden-Brücke zu Paris, welche man in „Gauthey *Traité des ponts* Band II. S. 6. und 324." findet.

231. Es ist unmöglich, ganz zu verhindern, dafs ein Lehrbogen sich setze, und daher mufs man ihn für eine Wölbung einrichten, die etwas mehr Höhe hat, als die innere Wölbung behalten soll, das heifst, man mufs den Lehrbogen überhöhen. Wieviel diese Überhöhung unter gegebenen Umständen betragen müsse, hängt von der Gestalt der Wölblinie, von der Art der Verbindung des Lehrbogens, und von der Genauigkeit der Ausführung des Gewölbes und des Lehrbogens ab. Wenn sich auch das erste in Rechnung bringen läfst, so ist es doch mit dem letzten unmöglich. Alle Formeln sind daher hier unanwendbar, und nur Beobachtungen ausgeführter Baue zu berücksichtigen*). Dergleichen findet man in Perronet's Werke, und in „Gauthey's *Traité etc.*" Näheres mufs dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben.

232. Wenn das Gewölbe sich vollkommen gesetzt hat, so bringt man darauf einen Estrich, der das etwa durch das Steinpflaster dringende Regenwasser nicht durchläfst, weil sonst das Gewölbe grofsen Schaden leiden würde. Bevor man den Estrich aufbringt, streicht man die Fugen

*) So ist es auch wohl noch in gar vielen anderen Fällen; denn die Formeln *können* sich nicht ganz nach der Wirklichkeit richten, und darum richtet sich die Wirklichkeit nicht nach ihnen. Anm. d. Herausg.

der Wölbsteine sorgfältig mit Cement-Mörtel aus und frischt sie durch einen Aufgufs auf. Dann bringt man, in mehreren (etwa drei) ungefähr 1 Zoll starken Lagen, den Estrich auf, der aus Cement-Mörtel, mit groben Kiese oder klein geschlagenen Steinen vermischt, besteht, und schlägt jede einzelne Lage so oft mit hölzernen Hämmern, bis sie fast vollständig trocken ist, so dafs keine Ritzen bleiben können. Über diese drei Lagen bringt man noch eine vierte, etwas schwächere, aber noch sorgfältiger behandelte, und verhindert das zu schnelle Austrocknen derselben durch eine darauf gebrachte Lage gesiebten Sandes, die hernach wieder weggeschafft wird, wenn der Pflaster-Sand aufgeschüttet werden soll *).

Zu *A.* 3) Von den eisernen Brücken.

233. Alle bis jetzt erbauete eiserne Brücken sind Sprengwerke. Obgleich sie auf sehr verschiedene Weise construirt sind, so lassen sie sich doch sämmtlich in zwei Classen bringen, nemlich in:

a) solche, bei welchen die Holz-Construction, und

b) in solche, bei welchen die Stein-Construction nachgeahmt ist.

---

*) Es ist gut, dafs die Übermaurung unmittelbar durch Verzahnung mit dem Gewölbe verbunden werde. Die Übermaurung kann mit dem Estrich bekleidet werden. Noch vollkommener ist es aber, oder vielmehr: erst dann erhält man, wenigstens bei flachen Bögen, eine dauerhafte Brücke, wenn man die Gewölbsteine mit ihren Fugenschnitten überall so weit in die Höhe reichen läfst, als die Übermaurung hoch werden soll, so dafs das Gewölbe mit der Übermaurung zusammen eine gleichförmige Masse bildet, oder, was das Nemliche ist, dafs man das Gewölbe an den Seiten so dick macht, als es aufserdem mit der Übermaurung zusammen werden würde. Nach dem Scheitel hin nimmt dann die Dicke ab, eben wie es bei der Übermaurung der Fall zu sein pflegt. Hierdurch werden zugleich und hierdurch allein, alle oben erwähnten Nachtheile für die Bögen, die auf die gewöhnliche Weise von dem Herausnehmen des Gerüstes unzertrennlich sind, vermieden. Man setze nemlich die Gewölbsteine trocken und ohne Mörtel auf das Gerüst, mache die Flächen, welche an einander stofsen, nicht ganz glatt, sondern haue in dieselben ganz kleine Rinnen, die in den Ebenen der Fugen mit einer lothrechten Ebene etwa halbe rechte Winkel machen und die sich je in zwei zusammenstofsenden Steinen kreuzen, damit der einzugiefsende Mörtel überall in die Fugen dringen könne. Hierauf nehme man das Gerüst weg, lasse den Bogen in die Lage sich setzen, die er vermöge des Gleichgewichts annehmen mufs, und giefse dann flüssigen Mörtel in die Fugen. Dieser, wenn er erhärtet ist, kann nicht mehr reifsen, sondern dient wirklich die Steine mit einander zu verbinden und das Gewölbe zu einer einzigen festen Masse zu machen. Macht man es anders, so kann das Gewölbe nie eine feste Masse werden, wie man es auch einrichten möge. Denn wölbt man den Bogen in Mörtel, ohne die Übermaurung, läfst den Mörtel erhärten und nimmt dann erst das Gerüst weg, so werden in der Regel mehr oder weniger Fugen durch das Setzen gesprengt werden; denn so sehr fest bindet der Mörtel nicht gleich, dafs das Gewölbe als ein einziger Stein be-

234. Da die allgemeinen Grundsätze dieser beiden Bau-Arten bereits angegeben sind, so dürfte es am besten sein, hier nur die Beschreibung einiger ausgeführten eisernen Brücken folgen zu lassen; zumal da es deren noch zu wenige giebt, als dafs sich schon jetzt mit Sicherheit allgemeine Regeln dafür geben liefsen, und daher vorzugsweise nur die vorhandenen Beispiele zu Rathe gezogen werden müssen.

235. Zu den Brücken von der ersten Classe (§. 233. *a.*) gehört die Louvre-Brücke zu Paris (Taf. XI. Fig. 46. *a* und *b*). Gauthey sagt davon (Bd. II. S. 121.) folgendes:

„Sie besteht aus 9 Bogen, jeder 17,34 Meter weit, welche auf Pfeilern ruhen, die in der reinen Mauer 1,95 Meter stark sind. Jeder Bogen hat 5 Rippen, 2,435 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Das Hauptstück jeder Rippe ist eine gufseiserne, aus zwei im Scheitel zusammenstofsenden Stücken bestehende, im Querschnitte 0,162 Meter hohe, 0,081 Meter breite Curve. Die letztere steht in gufseisernen Lagern, welche in die Pfeiler eingelassen sind. Die Sehne des Bogens ist 18,41 Meter lang, und seine Höhe beträgt bis zum Scheitel 3,25 Meter. In den

---

trachtet werden könnte; jedenfalls aber wird der Bogen, wenn nur der Mörtel ihn verhindert die Form anzunehmen, die ihm dem Gleichgewicht gemäfs zukommt, um so weniger Widerstands-Fähigkeit gegen die Erschütterungen haben, die seiner warten. Die gesprengten Fugen können nun zwar wieder mit Mörtel ausgegossen werden, aber wenn hernach die Übermaurung aufgelegt wird, so ändern sich die Bedingungen des Gleichgewichts abermals, und es können also von Neuem Fugen gesprengt werden, die sich nun nicht wieder vollgiefsen lassen, weil sie von Übermaurung bedeckt sind. Das letztere ist auch der Fall, wenn man die Übermaurung auflegt, ehe das Gerüste weggenommen ist, und wenn man dasselbe erst wegnimmt, nachdem der Mörtel ziemlich erhärtet ist. Nimmt man dagegen das Gerüst weg, wenn der Mörtel noch weich ist, und ehe man die Übermaurung aufgelegt hat, so wird wieder die nachherige Last der Übermaurung die Gestalt des Bogens ändern, dessen Fugen nun nicht mehr ausgefüllt werden können. Legt man sogleich die Übermaurung auf, so werden, vorausgesetzt, dafs es möglich sei das Ganze so schnell zu vollenden, dafs der Mörtel in den Gewölben noch weich genug bleibt, ebenfalls Fugen aufgerissen werden, die nicht mehr ausgefüllt werden können. Hat dagegen der Bogen, mit der Übermaurung zusammen, nach der obigen Art, einen gemeinsamen regelmäfsigen Verband, und der Mörtel wird erst dann eingegossen, wenn der Bogen die ihm zukommende Gestalt angenommen hat, so können alle Fugen vollständig ausgefüllt werden, und das Ganze kann nach Erhärtung des Mörtels wirklich mehr zu einer einzigen Masse werden. Es ist wahr, dafs es etwas mehr kosten kann, wenn man auch die Übermaurung aus Quadern macht und sie einen integrirenden Theil des Bogens sein läfst; allein die wirkliche Festigkeit, auf welche man rechnen mufs, ist nicht anders zu erlangen möglich, und aufserdem verhält es sich hier wie mit plattirten Mauern, gegen die ganz aus Quadern. Die Kosten werden nicht bedeutend gröfser sein, weil dann der Bogen auch schwächer sein kann. Anm. d. Herausg.

Gewölbwinkeln sind andere, im Querschnitt weniger hohe und breite Curven so angebracht, dafs sie sich auf die vorigen stützen. Von der Oberfläche des Pfeilers bis zu den gedachten kleineren Curven gehet eine eiserne Stütze, die damit verbunden ist, und aufserdem noch durch zwei Streben gehalten wird, welche sich auf die grofsen Curven stemmen. Die einzelnen Rippen werden in ihrer Lage gegen einander durch Verbindungs-Schwellen gehalten, welche auf den grofsen Curven liegen und auf jeder Seite eine Nase haben, wodurch sie sie fassen. Die Brückenbahn liegt auf Querbalken, welche auf kleinen Stützen von geschmiedetem Eisen ruhen. Zwischen den Querbalken sind Windruthen angebracht. Die fünf Stützen auf jedem Pfeiler sind nur ein Mal verriegelt und verstrebt (Taf. XI. Fig. 46.), was aber das Schwanken nicht ganz verhüten möchte."

236. Zu derselben Classe gehören auch die eisernen Brücken zu Berlin und Potsdam, von welchen nur die Neue-Friedrichsbrücke, nach Triest's „Sammlung von Entwürfen, Beschreibungen und Kostenberechnungen wichtiger Bauten, Lief. 1., Berlin 1828." kurz beschrieben werden mag, da alle andere dieser sehr ähnlich sind.

„Diese Brücke hat zum Grundbau 6 Mittelpfeiler zwischen den Stirnpfeilern. Die Mittelpfeiler sind unterhalb in den Widerlagen 9 Fufs, und über den Widerlagen 6 Fufs 10 Zoll dick. Da alte Pfeiler beibehalten worden sind, so sind die Öffnungen verschieden; die kleinste mifst 20 Fufs $11\frac{1}{2}$ Zoll, die gröfste 29 Fufs 7 Zoll."

„In jeder der 7 Öffnungen befinden sich neben einander 8 eiserne Bogen (Taf. XI. Fig. 47. *a* und *b*), welche nach der Mitte hin enger zusammengestellt sind, um der auf der Mitte der Brücke sich bewegenden gröfsern Last einen stärkern Widerstand zu leisten. Die äufsern Bogen sind von Mitte zu Mitte 5 Fufs, die darauf folgenden 4 Fufs 3 Zoll, und die 3 mittleren Bogen 3 Fufs 10 Zoll von einander entfernt."

„Die Widerlagen liegen mit ihren niedrigsten Kanten in Einer Ebene und sind abgeschrägt worden. Auf den schrägen Flächen liegen die eisernen Sohlplatten (Fig. 47. *e* u. *f*) als Unterlagen der Bogen. Sie sind mit eisernen Dübeln eingelassen und vergossen, damit sie nicht hinabgleiten können."

„Die aus zwei Hälften bestehenden Bogen sind in der Mitte durch Schlufsbalken (Fig. 47. *a*, *b*, *c*) verbunden, welche wieder nach der Breite der Brücke durch eiserne Verbindungsplatten (Fig. 47. *d*) vermittelst zweier Schraubenbolzen zusammengehalten werden."

„Quer über die Bogen liegen 1 Fufs breite, an jedem Ende mit einem Modillon verzierte eiserne Platten, über welche, zur Verhinderung des Seitenschubes, eiserne Schienen über's Kreuz liegen und durch Schrauben an den Platten befestiget sind."

„Die äufsere Ansicht der Hälfte eines Bogens und dessen Verbindung mit der Sohlplatte und den lothrecht stehenden äufsern Wänden, welche sich an die Widerlagsmauern lehnen und mit denselben verbunden sind, zeigt (Taf. XI. Fig. 47. *a*). Die Rippen sind 4 Zoll hoch und 2 Zoll breit."

„Die Verbindungsplatten, welche die Schlufsplatten zweier ganzen Bogen zusammenhalten, sind 1 Zoll dick und passen mit ihren Löchern genau auf die der Schlufsbalken."

„Einen Theil von der untern Ansicht und der Seiten-Ansicht der Deckplatten, welche quer über die Bogen zur Bedeckung gelegt sind, zeigt (Fig. 47. *g*, *h*). Jede dieser Platten ist, zusammengesetzt, 32 Fufs lang, 1 Fufs breit und 1 Zoll dick; an der untern Seite sind Knaggen (in gleichen Entfernungen wie die Bogen, welche sie umfassen) an die Platten mit angegossen. Diese Platten bestehen aus zwei Stücken von 14 und 18 Fufs lang, welche abwechselnd über dem vierten und fünften Bogen stumpf zusammengestofsen sind; zwischen den Knaggen ist ein Rükken an jeder Platte zur Verstärkung derselben angebracht."

„Die Seiten- und Ober-Ansicht eines Widerlagsstückes ist (Fig. 47. *i*) dargestellt. Es hat 4 Knaggen, um mittelst derselben den Bogen an der hintern Seite, welche in dem Pfeiler stehet, zu umschliefsen. Dieses Widerlagsstück dient zugleich den Druck des Bogens nach seiner Länge auf eine gröfsere Grundfläche zu vertheilen."

„Eine Sohlplatte ist (Fig. 47. *c*, *f*) von oben und von der Seite dargestellt. Sie besteht aus drei Stücken, nemlich aus zwei Endstücken und einem Mittelstück, welche durch Schwalbenschwänze mit einander verbunden sind. In selbigen befinden sich für jeden Bogen zwei Löcher, in welche derselbe mit den an den Bogen angegossenen zwei Zapfen eingesetzt ist."

237. Zu der zweiten Classe (§. 233. *b.*) gehört die in Wearmouth bei Sunderland über den Wear in England erbaute Brücke (Taf. XI. Fig. 48.). Gauthey sagt davon (Band II. S. 117.) folgendes:

„Diese Brücke besteht nur aus einem einzigen Bogen, dessen Sehne

71,91 Meter lang ist und dessen Höhe, von der Sehne bis zum Scheitel, 10,36 Meter beträgt. Die Anfänge des Bogens liegen 29 Meter über dem Flufsbette. Die innere Wölblinie ist ein Kreisbogen von 67,60 Meter Halbmesser. Die 6 Rippen sind 1,83 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt und bestehen aus aneinander gesetzten Wölbstücken von Gufs-Eisen, welche zusammen drei concentrische, 0,153 Meter hohe und 0,087 Meter breite Curven bilden, die durch darauf senkrechte, 0,5325 Meter lange, 0,051 Meter breite, 0,305 Meter im Lichten von einander entfernte Sprossen mit einander verbunden sind. In jedem Wölbstücke sind nur zwei Sprossen, und es ist daher unten 0,712 Meter, oben 0,720 Meter lang und 1,524 Meter hoch. Die einzelnen Wölbstücke sind durch bogenförmige geschmiedete eiserne Schienen, welche in drei beim Gusse der Wölbstücke an jeder Seite gelassenen Rinnen liegen, und durch Schraubenbolzen, für welche auf einander treffende Löcher in den Schienen und den Curven vorhanden sind, mit einander verbunden. Um die Rippen in unveränderlicher Entfernung von einander zu halten, sind dazwischen, je von zwei zu zwei Wölbsteinen, 1,8 Meter lange gufseiserne Röhren mit Blättern, als Riegel angebracht, und zwar abwechselnd in der äufsern und in der innern Wölbung. In jedem Blatte befinden sich zwei Löcher, welche auf diejenigen in den Wölbstücken passen, und durch welche dann ebenfalls die Bolzen gesteckt sind. Die Gewölbwinkel sind mit gufseisernen Ringen ausgefüllt, deren Durchmesser von den Anfängen nach dem Scheitel zu immer kleiner werden, und auf welchen die Strafsbäume liegen, die den hölzernen Belag tragen. Um denselben gegen Fäulnifs zu schützen, ist er mit einer Mischung von Kalk und Theer überzogen, worauf eine Kiesschüttung liegt."

238. Ferner gehört hierher die bei Staines über die Themse erbaute Brücke (Taf. XI. Fig. 49.). Gauthey beschreibt sie auf folgende Weise.

„Diese Brücke besteht nur aus Einem Bogen von 54,85 Meter Spannung, 4,88 Meter Höhe und 79,23 Meter Halbmesser. Die 6 Rippen sind von Mitte zu Mitte 1,83 Meter von einander entfernt und aus Wölbstükken von Gufs-Eisen zusammengesetzt. Jedes Wölbstück ist 1,474 Meter lang und besteht aus zwei, durch normale Sprossen mit einander verbundenen, 0,15 Meter im Querschnitt hohen, 0,108 Meter breiten Curvenstükken. An jedem Ende der letztern befindet sich ein Zapfenloch, und in je zwei gegeneinander treffende ist ein beweglicher Zapfen gesteckt und

mit zwei geschmiedeten eisernen Pflöcken befestiget. Die Rippen werden durch Verbindungsrahmen in ihrer Lage gegeneinander erhalten. Jeder Rahmen besteht aus zwei wagerechten, von einem Haupte bis zum andern reichenden Querstücken, welche durch Sprossen mit einander verbunden sind. Auf jeder Seite einer Rippe befindet sich eine Sprosse, so dafs jeder Stofs einer Curve von einem Verbindungsrahmen ganz umfafst wird. Die Gewölbwinkel sind mit gufseisernen Ringen ausgefüllt, welche in jeder Rippe zwei Schienen unterstützen, auf welchen die gleichfalls gegossenen Belagplatten ruhen, die durch kreisbogenförmige Stücken verstärkt sind. Die Belagplatten sind 0,609 Meter breit, und so lang, dafs sie abwechselnd je auf zwei und drei Rippen aufliegen."

239. Auch die Brücke beim Jardin-des-plantes zu Paris (Taf. XI. Fig. 50.) hat Rippen, die aus einzelnen Wölbstücken zusammengesetzt sind. Gauthey giebt davon folgende Beschreibung:

„Die Brücke hat 5 Öffnungen von 32,36 Meter weit, und 4 Mittelpfeiler, welche in der Höhe der Anfänge der Bogen, nemlich 6,8 Meter über dem niedrigsten Wasserstande, 3 Meter stark sind. Die Wölblinie ist ein Kreisbogen von 42,06 Meter Halbmesser und 3,236 Meter Höhe. Die 5 Rippen sind 2,02 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt und bestehen aus Wölbstücken von 1,59 Meter Länge, deren jedes drei concentrische, 0,135 Meter hohe und 0,068 breite Curvenstücke enthält, die durch 0,06 Meter in der Ansicht breite und 0,068 Meter dicke, normale Sprossen mit einander verbunden sind. Die Gewölbwinkel sind mit ähnlichen Wölbstücken ausgefüllt, deren Sprossen sich auf die Hauptwölbstücke stemmen. Die mittleren Sprossen sind unterhalb gabelförmig, und umfassen die obersten Curven; die äufsern setzen sich mit einer Verstärkung zwischen zwei Blätter an den beiden anliegenden Wölbstücken, durch welche und die Verstärkung ein Bolzen geht. Die Rippen werden unter einander durch 0,068 Meter im Quadrate starke und 1,95 Meter lange, gufseiserne, an jedem Ende mit zwei Blättern versehene Riegel verbunden. Diese Riegel treffen auf die Stöfse der Wölbstücke; durch Löcher in den Blättern, welche auf andere in den Curven treffen, gehen Bolzen, wodurch eine sehr feste und einfache Verbindung unter den Wölbstücken hervorgebracht worden ist; auch können einzelne, etwa zersprungene Stücke leicht herausgenommen und durch neue ersetzt werden. Der Belag ist von Bohlen, und darauf liegen starke Lagen von Thon und

Kies. In die Lagerfugen der Wölbstücke hat man Streifen Kupferblech gelegt, und den Bogen und Scheitel um 0,054 Meter überhöhet. Unmittelbar nach der Ausrüstung haben sich die Bogen 0,007 bis 0,011 Meter gesetzt, und nach und nach endlich bis auf 0,054 und 0,072 Meter. Ein Theil dieses Setzens mufs aber dem Umstande zugeschrieben werden, dafs unter den sehr schweren Fuhrwerken, welche über diese Brücke fahren, nach ihrer Vollendung einige Brüche entstanden waren, vorzüglich in einigen Sprossen in der Nähe der Stirnpfeiler. Da diese Sprossen nur dazu dienen die Entfernung der Curven von einander zu erhalten, und die wesentlichen Stücke, die Curven selbst und die Riegel, unbeschädiget geblieben waren, so hatten die gedachten Brüche keinen weitern Nachtheil für die Festigkeit der Brücke. Man hat die Verbindung unter den Curven durch geschmiedete, eiserne, auf die zerbrochenen Sprossen gelegte Schienen wieder hergestellt."

240. Von den vorgeschlagenen, aber noch nicht ausgeführten Constructions-Arten eiserner Brücken mag hier nur derjenigen gedacht werden, wo die Curven der Rippen aus hohlen cylindrischen Röhren zusammengesetzt werden sollen. Auf diese Construction ist man durch den Umstand gekommen, dafs die Festigkeit eines im Querschnitt quadratischen Prisma nicht so grofs ist, als die eines gleich langen vollen Cylinders von gleichem Querschnitte, und diese wieder nicht so grofs als die Festigkeit einer eben so langen cylindrischen Röhre von gleicher Masse wie der volle Cylinder, woraus folgt, dafs im letzten Falle, bei einerlei Festigkeit, weniger Masse nöthig ist, als im ersten, mithin an den Kosten gespart werden kann.

241. Gauthey will (B. II. S. 124.) die einzelnen Röhren der Curven, nach Art der Brunnenröhren, vermittelst Schraubenbolzen, die durch die Blätter, Ränder und Anstofsscheiben an den Enden gezogen werden sollen, mit einander verbinden. Zur Verbindung der übereinander liegenden Curven und dann auch der einzelnen Rippen unter einander giebt er sowohl den Sprossen als den Riegeln an beiden Enden Scheiben, in welchen Löcher befindlich sind, die auf diejenigen in den Rändern der Röhren passen und durch welche die vorhin erwähnten Schraubenbolzen ebenfalls gehen, indem sie zwischen dieselben gelegt werden.

242. Reichenbach („Theorie der Brückenbögen," München) will die einzelnen Röhren ebenfalls auf diese Weise verbinden. Die Sprossen sowohl als die Verbindungsriegel sollen Röhren sein, und daher sol-

len die Anfänge derselben an die Röhren, aus welchen die Curven bestehen, gleich mit angegossen werden. Dabei bleiben aber die Stöfse frei, was wohl nicht gut ist.

243. Wiebeking („Wasserbaukunde" B. 4.) giebt seinen Hauptröhren nicht Ränder und schneidet sie auch an den Enden nicht normal auf ihre Länge ab, sondern schief, so dafs die Schiftung beinahe $1\frac{1}{2}$ Mal so lang ist, als der äufsere Durchmesser der Röhre. In die Hauptröhre wird eine andere, deren äufserer Durchmesser dem innern jener gleich ist, so geschoben, dafs sie auf jeder Seite etwas über die Schiftung hinausreicht, und aufserdem darauf noch eine andere weitere, an welche dann gleich der Anfang der Röhre, welche einen Sprossen- oder Verbindungsriegel bilden sollen, angegossen ist. In allen den vier in einer solchen Schiftung zusammentreffenden Röhrstücken sind auf einander passende Löcher angebracht, durch welche Schraubenbolzen gehen, welche verstärkt bis zu den Trägern reichen, und dieselben stützen. Dafs die schiefe Schiftung die Festigkeit vergröfsere, möchte schwer zu erweisen sein. Sämmtliche Rippen werden gegen eine durchgehende Verbindungs-Röhre gesetzt, welche vermauert wird.

244. Dafs dergleichen Constructionen ausführbar sind, ist wohl nicht zu bestreiten; die Gautheysche möchte unter den beschriebenen die beste sein.

245. Die Rippen der Brücken-Art (§. 233. *a.*) mufs man ganz wie hölzerne Bogen betrachten, wenn man die Stärke der Curven durch Rechnung finden will. Das Nähere mufs dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben. Nur ist zu bemerken, dafs das Ergebnifs der Rechnung noch viel unzuverlässiger sein wird als beim Holze, nicht blofs, weil es noch zu wenige im Grofsen angestellte Versuche über die Festigkeit des Eisens giebt, sondern auch, und noch mehr deshalb, weil die Festigkeit des Eisens noch verschiedener ist als die des Holzes. Aus diesem Grunde mufs man ja die durch Rechnung gefundenen Maafse nur als Grenzen betrachten, von welchen man noch immer ziemlich weit entfernt bleiben mufs, und lieber zu viel als zu wenig thun, weil daraus am Ende weiter kein Schade erwächst, als dafs etwas mehr Geld ausgegeben wird wie eben nöthig wäre, was gegen die aus dem Mangel an Festigkeit entstehenden Nachtheile nicht in Betracht kommen kann.

246. Die Rippen der Brücken-Art (§. 233. *b.*) mufs man zwar zuerst als steinerne Gewölbe betrachten, wenn man die Stärke der Curven berechnen will; allein nachdem erst alles durch die über die Stöfse gelegten Schienen, oder durch die in jenen, in die Curven gesteckte Zapfen oder Röhren, oder vermittelst durch die Ränder gezogener Schraubenbolzen zu einem Ganzen verbunden ist, mufs wieder wie bei den hölzernen Bogen gerechnet werden, besonders um die Stärke der Schienen, Zapfen, eingesteckten Röhren und Schraubenbolzen zu finden.

247. Die erste Rechnung möchte überflüssig sein, sobald jedes nach der Richtung der Länge geprefste Curvenstück nicht über 9 bis 10 Mal so lang ist, als die kleinste Abmessung des Querschnitts, weil Holzstücke, deren Länge 6 bis 7 Mal so grofs ist als die kleinste Abmessung ihres Querschnittes, wenn sie aufrecht gestellt und belastet werden, sich nicht mehr biegen, sondern blofs sich zerquetschen lassen, wozu eine sehr grofse Kraft gehört, was beim Eisen gewifs gleichmäfsig der Fall ist, die Kraft aber noch nicht ausgemittelt ist, durch welche das Eisen zerquetscht wird, und so ungeheuere Pressungen, als dazu nöthig sind, auch bei den gröfsten Brücken nicht vorkommen dürften.

248. Ist aber die Rippe zusammengesetzt, so mittelt man nach statischen Gesetzen die Pressung aus, die aus dem Gewichte und der stärksten zufälligen Belastung der Brücke, nach der Richtung der zwei geraden Linien entstehen kann, welche vom Scheitel der äufsern Wölbung nach den beiden Anfängen der innern gezogen werden können. Diese Linien schneiden die innere Wölbung. Halbirt man den dadurch abgeschnittenen Bogen, und zieht durch den gefundenen Punct eine Normale auf die innere Wölbung bis zur äufsern und bis zur Sehne, so kann man diese Normale als einen Hebel ansehen, an dessen innerem Ende die bekannte Pressung nach der Richtung der Sehne wirkt, dessen Stützpunct in der innern Wölbung liegt (vorausgesetzt, dafs die dieselbe bildende Curve nicht zusammengedrückt oder gebogen werden kann), und an dessen anderem Arme die absolute Festigkeit der nach aufsen zu setzenden Curve widersteht, woraus sich dann die Grenze der Gröfse des Querschnitts der letzteren finden läfst. Sieht man nun die äufsere Curve als unausdehnbar an, so kann man das äufsere Ende der Normale als Stützpunct des nunmehr einarmigen Hebels ansehen, und die Gröfse der Pressung ausmitteln, welche der unterhalb liegende Theil der innern Curve leidet, woraus sich dann

wieder eine Grenze für die Gröfse des Querschnitts derselben findet. Das Nähere hierüber mufs dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben.

249. Noch ist auf einen wesentlichen Punct aufmerksam zu machen, in welchem sich eiserne Wölbstücke von Wölbsteinen unterscheiden. Man hat nemlich zwar schon vorgeschlagen, sie voll zu giefsen, oder wenigstens kastenförmig; aber in der Regel sind sie durchsichtig. Sind nun die Öffnungen, wie in den angeführten Beispielen, viereckig, so ist eine Veränderung der Form der Wölbstücke möglich, wenn die Sprossen nicht stark genug sind. Es würde deshalb gut sein, Diagonalsprossen anzubringen, wie bei einer kleinen Brücke über den Crou-Flufs bei St. Denis geschehen ist.

250. Schliefslich ist zu bemerken, dafs es gut ist, wenn die Querschnitte aller Theile der zusammengegossenen Stücke so wenig als möglich verschieden sind, weil sonst die Abkühlung des Eisens nicht gleichförmig erfolgt, und in den Vereinigungspuncten zweier Theile von ungleichen Querschnitten leicht Risse entstehen können *).

---

*) Es kann in vielen Fällen vortheilhaft sein, die Brücken-Bogen von Eisen statt von Steinen zu machen, besonders wenn sie aufserordentlich weit spannen müssen oder sollen, z. B. 200 und mehrere Fufs weit, was, ohne gerade sehr feste Steine zu haben, mit Steinen kaum möglich zu machen sein würde, zumal wenn die Bogen sehr flach sein sollen, weil die Steine durch die grofse Spannung zerdrückt werden würden. Auch kann es einzelne Fälle geben, wo die eisernen Bogen ein treffliches Aushülfsmittel sind, z. B. wenn man etwa auf vorhandenen Pfeilern bauen will, die nicht dick genug, oder nicht fest genug fundamentirt sind, um steinerne Bogen zu tragen. Bei kleineren Bogen ist aber im Allgemeinen schon der Vorzug des Eisens vor den Steinen zweifelhaft, und im Ganzen dürften die eisernen Bogen wohl nicht die steinernen mit Vortheil ersetzen; denn wohlfeiler werden sie in der Regel nicht sein, und Steine zu sparen (etwa wie man es zuweilen, jedoch nicht aus guten Gründen, mit dem Holze thun zu müssen glaubt) ist schwerlich eine Ursache vorhanden; die Dauer aber der eisernen Bogen ist noch wenig durch Erfahrungen erprobt. Dafs steinerne Brücken nicht blofs Jahrhunderte, sondern Jahrtausende stehen und folglich eine fast ungemessene Dauer haben können, wenn sie solide und einfach und ohne Künsteleien erbaut wurden, zeigt die Erfahrung; die älteste eiserne Brücke von einigem Belange ist dagegen noch kein Jahrhundert alt; auch ist es nicht sehr wahrscheinlich, dafs die Dauer des Eisens der des Steins gleichkommt, weil dieses Metall mit der Zeit in der Luft allmälig sich auflöset. Man mufs daher in der Wahl zwischen Eisen und Stein zu Brückenbogen, wenn man den wahren Vortheil des Gegenstandes beobachten will, sehr vorsichtig sein, und nur selten wird man sich dann für das Eisen entscheiden. Man kann zwar die eisernen Bogen für schöner halten als die steinernen, was allerdings unter Umständen ein wesentlicher und zu rechtfertigender Bestimmungs-Grund sein kann; indessen scheint es, dafs das Durchsichtige, Luftige und Ephemere wohl nur sehr bedingter Weise für schöner zu erkennen sein dürfte, als das Feste, Solide und was eine lange Dauer, und dafs es für die Nachwelt bestimmt sei, bezeichnet. Anm. d. Herausg.

Zu *A.* 4) Von den Hängebrücken.

251. Auch bei den Hängebrücken lassen sich vorzüglich zweierlei Constructionen unterscheiden. Nach der einen werden auf beiden Seiten der Brückenbahn, Ketten von einem Ufer zum andern gespannt, und die Brückenbahn wird entweder an diese Ketten vermittelst Hängestäbe gehängt (Taf. XII. Fig. 51. 52. 53.), oder sie wird über die Kette gelegt, und von Stützen getragen, die auf den Ketten stehen (Fig. 54.); nach der andern Art gehen Stangen von einzelnen Puncten der langen Seiten der Bahn, nach einem festen Puncte oberhalb des nächsten Land-Endes, und tragen das Gewicht der Brücke, vermöge ihrer absoluten Festigkeit, während der Brückenkörper selbst nach seiner Länge entweder nicht mufs ausgedehnt oder nicht zusammengedrückt werden können (Fig. 55.). Beide Arten sind besonders zu betrachten.

252. Werden Ketten von einem Ufer bis zum anderen ausgespannt, und der Brückenkörper wird an dieselben angehängt, oder vermittelst Stützen von ihnen getragen, so sind alle Umstände fast ganz dieselben, als wenn eine vollkommen biegsame, aber unausdehnbare Linie mit ihren beiden Endpuncten an zwei Puncte befestigt wird, die nicht in einerlei Loth fallen und deren Entfernung von einander geringer ist, als die Länge der Linie, über welche dann nach irgend einem Gesetze eine Belastung vertheilt ist; daher werden die Ketten eine krumme Linie bilden, deren Gestalt sich nicht ändert, so lange ihre Belastung weder ab- noch zunimmt, noch anders vertheilt wird; eine solche Linie ist eine Kettenlinie, jedoch nicht die gewöhnliche *).

253. Hängt blofs das Gewicht der Bahn an den Ketten, oder ist die zufällige Belastung (etwa eine Masse Menschen) gleichförmig über die Bahn verbreitet, so ist das auf die Ketten wirkende Gewicht fast ganz so auf dieselben vertheilt, dafs auf gleiche Theile der Projection der Kettenlinie auf eine wagerechte Ebene, gleiche Gewichtstheile kommen, einmal, weil das Gewicht der Ketten, welches allein anders und zwar so vertheilt ist, dafs zu gleich langen Bogen gleich lange Gewichtstheile gehören, gegen das Gewicht der Bahn und die zufällige Belastung nur klein, und zweitens, weil die Krümmung der Ketten meistens nur gering ist.

*) Die Gestalt der Linie ist verschieden, je nachdem die Last, welche von den Ketten getragen wird, die eigene Last der Ketten eingeschlossen, gleichförmig oder ungleichförmig vertheilt ist. Anm. d. Herausg.

254. Sind dagegen die beiden Befestigungspuncte der Ketten und die tiefsten Puncte derselben gegeben, so läfst sich die Gestalt derselben und ihre Spannung auf die Weise finden, wie beim mündlichen Vortrage nach meinem „Auszuge aus Navier's Abhandlung über die Hängebrükken, Berlin bei Reimer 1825." gezeigt wird. Freilich nimmt die Kettenlinie eine andere Gestalt an, sobald die Vertheilung der Belastung sich ändert, z. B. wenn ein Wagen über die Brücke fährt; allein diese Störung ist vorübergehend, und um so geringer, je gröfser die Weite der Brücke, also ihre Masse ist; und es braucht darauf bei Bestimmung der Abmessungen der Brücke nicht Rücksicht genommen zu werden *).

255. Kennt man die Spannung in jedem Puncte der Kette und die absolute Festigkeit des Eisens, so läfst sich finden, wie grofs der Querschnitt der Ketten-Stangen sein müsse. Obgleich die Spannung von den Aufhängepuncten nach dem Scheitel zu abnimmt, so behält man doch gewöhnlich den für die gröfste Spannung erforderlichen Querschnitt in allen Puncten bei, weil die Ersparung an Eisen nicht bedeutend genug ist, um die aus der Verschiedenheit der einzelnen Glieder entstehenden Unbequemlichkeiten und Nachtheile zu ersetzen. Aber um die Spannung zu finden, mufs man schon das Gewicht der Kette und folglich ihren Querschnitt kennen, den man erst aus der Spannung bestimmen will; man mufs also bei dem Gewicht der Kette vorläufig einen Näherungswerth für den Querschnitt annehmen, um wenn der danach als nöthig gefundene neue Näherungswerth bedeutend von dem ersten abweicht, eine zweite Näherung mit dem neuen Querschnitte vorzunehmen, u. s. f. **).

256. Da der Längendurchschnitt der Oberfläche der Fahrbahn gewöhnlich eine wagerechte gerade Linie sein, oder auch zuweilen von den Ufern nach der Mitte zu etwas steigen soll, so läfst sich aus der Gestalt der krummen Linie, welche die Ketten bilden, die Länge der Hängestäbe finden, vermittelst derer die Bahn an den Ketten hängt, oder auch die Länge der Stützen, vermittelst derer die Bahn auf den Ketten ruhet.

---

*) Nemlich wenn man den Zustand der Ruhe der Brücke durch Formeln auszudrücken sucht. Aber die beständige Bewegung, in welche die Brücke durch die darüber sich hinbewegenden Lasten geräth, erfordert andere Formeln, welche dann auch auf stärkere Abmessungen der Brücke deuten werden. Anm. d. Herausg.

**) Mit Hülfe der Algebra liefse sich auch wohl, statt durch dieses Verfahren, nach einer Art von *Regula falsi*, die Dicke der Ketten unmittelbar finden.
Anm. d. Herausg.

257. Es ist nicht nothwendig, dafs die beiden Befestigungspuncte der Ketten in einerlei wagerechte Ebene fallen. Steigt z. B. das eine Ufer steil in die Höhe, und die Strafse ist in den Abhang eingeschnitten und wendet sich vielleicht unmittelbar vor der Brücke, während das andere Ufer nur etwa bis zur Höhe der Fahrbahn reicht, so kann man auch den Scheitel der Kettenlinie nur wenig über die Fahrbahn, nahe an dem niedrigen Ufer anbringen, also die Befestigungspuncte in verschiedenen Höhen über der Fahrbahn, oder auch die Kettenlinie gar nicht bis zum Scheitel beibehalten, sondern einen Theil derselben unter die Bahn bringen, so dafs die Bahn theils daran hängt, theils darauf ruhet *). Bei dieser Gelegenheit mag bemerkt werden, dafs, weil die Stützen sich um ihre Enden müssen drehen können, die Beweglichkeit einer auf Stützen ruhenden Bahn noch gröfser ist, als wenn sie an Stäben hängt, was jener nicht zur Empfehlung gereicht.

258. Es könnte scheinen, als wäre nur von Einer Kette auf jeder Seite des Brückenkörpers die Rede; es können aber mehrere solche Ketten gemacht werden.

Dieselben brauchen zuvörderst in wagerechter Richtung nicht weiter von einander entfernt zu sein, als dafs zwischen ihnen der breiteste die Brücke passirende Wagen durchfahren kann, was etwa 12 Fufs sein möchte; dann können, wenn die von entgegengesetzen Seiten kommenden Wagen nicht vor der Brücke auf einander warten, also zwei Fahrbahnen neben einander gemacht werden sollen, schon drei Ketten angebracht werden. Legt man zwischen die beiden Fahrbahnen noch einen Fufsweg (etwa 4 Fufs breit), so hat man schon Gelegenheit zu einer vierten Kette; und ein Fufsweg an jeder äufseren Seite giebt Gelegenheit noch zu einer fünften und sechsten Kette.

Dabei würde aber immer noch, in den meisten Fällen, für eine nicht ganz unbedeutende Spannweite, der Querschnitt der Glieder der einzelnen Ketten zu grofs werden, als dafs man auf gleichförmigen Widerstand jedes Puncts des Querschnitts rechnen könnte. Die Glieder mögen

---

*) Wenn die Brücke zwischen den Ufern einen oder mehrere Pfeiler hat, so kann man die Pfeiler an den Ufern zum Anhängen der Ketten fast ganz entbehren, und folglich bedeutend an den Kosten sparen, wenn man die Ketten nur an den Mittelpfeilern sich erheben, an den Ufern aber beinahe bis auf den Boden sich senken läfst.
Anm. d. Herausg.

gegossen, geschmiedet oder gewalzt werden, um so mehr, weil mit der Vermehrung der Zahl der Ketten, auch die Breite der Brücke, mithin auch ihr Gewicht, zunimmt. Man verwandelt deshalb jede der gedachten 2, 3, 4 oder 6 Ketten wieder in mehrere schwächere, die über einander, oder nebeneinander, oder zugleich über- und nebeneinander liegen können, die aber zusammen eben so viel Querschnitt haben müssen, als die Eine Kette, deren Stelle sie vertreten. Die Belastung mufs aber nothwendig auf die einzelnen Ketten ganz gleichförmig vertheilt werden, weil sie sonst einzeln zerreifsen könnten. Diese Einrichtung wird weiter unten beschrieben *).

259. Die Gestalt der einzelnen Ketten-Glieder ist bei den bis jetzt ausgeführten Brücken verschieden; jedoch wechseln immer lange und kurze Glieder mit einander ab.

Die langen Glieder sind entweder Stangen mit einem Öhr an jedem Ende (Taf. XII. Fig. 56.), oder längliche Ringe, deren lange Seiten gerade, die kurzen aber halbkreisförmig gekrümmt sind, nach dem Durchmesser der lichten Weite des Gliedes (Fig. 57. *a*). Diese langen Glieder können im Querschnitt kreisförmig $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll im Durchmesser, oder rechteckig, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, und bis zu 4 Zoll hoch sein, und von gegossenem, besser aber von geschmiedetem oder gewalztem Eisen sein. Durch eine hinlängliche Zahl einzelner Ketten kann man immer den überhaupt erforderlichen Querschnitt herstellen.

260. Die kurzen Glieder sind entweder ebenfalls längliche Ringe, nur kürzer und von rechteckigem Querschnitte (Fig. 57. *b*), oder Platten mit Löchern, die genau auf die Öffnungen der Öhre der Stangen passen (Fig. 58.), zu welchem Ende es gut ist, die Stücke, deren Löcher auf einander treffen müssen, aufeinander zu legen, und alle zugleich zu durchbohren.

---

*) Besonders wenn Pfeiler am Ufer gebaut werden müssen, um die Ketten über dieselben gehen zu lassen, wird es immer gut sein, diese Pfeiler so niedrig zu haben als möglich. Daher wird es, im Falle mehrere Ketten die Stelle einer einzelnen vertreten, besser sein, dieselben neben einander zu legen als über einander. Auch wird es gut sein, die Ketten so nahe als möglich auf die Fahrbahn sich hinunter senken zu lassen, und sogar bis unmittelbar unter dieselbe, weil eine Kette um so weniger Spannung hat und also um so schwächer sein kann, je stärker ihre Krümmung ist. Die Ketten *deshalb* über einander zu legen, und sie nicht bis auf die Fahrbahn oder bis unter dieselbe hinunter gehen zu lassen, um sie zugleich als Geländer benutzen zu können, ist nicht vortheilhaft, weil man eher ein leichtes Geländer, als stärkere Ketten macht.
Anm. d. Herausg.

261. Bringt man an zwei lange Glieder vor einander in einerlei lothrechter Ebene, auf jede Seite ein kurzes Glied, oder eine Verbindungsplatte, so dafs je drei Löcher auf einander treffen, und steckt dadurch abgedrehte, gegossene oder geschmiedete Bolzen, so hat man zwei lange Glieder mit einander verbunden.

262. Die Bolzen erhalten an einem Ende einen Kopf, am andern eine Schraube mit Scheibe und Mutter (Taf. XII. Fig. 59.), oder Scheibe und Splitt (Fig. 60.), der am untern Ende gespalten sein und auseinandergebogen werden kann. Wenn die grofsen und kleinen Glieder längliche Ringe sind, so kann man auch an jeden Bolzen zwei Köpfe in Gestalt von Lappen anbringen, deren Grundfläche von einer halben Ellipse eingeschlossen wird, von welcher die kleine Achse der Durchmesser des Bolzens ist, und durch eine ganze Umdrehung des letztern um seine Achse ihm in eine solche Lage bringen, dafs er, sobald die Kette gespannt ist, seine Stelle nicht verlassen kann (Fig. 61.).

263. Zuweilen werden auch die Bolzen durch einen Schnitt durch ihre Achse in zwei Theile getheilt, und zwischen die Hälften flache Keile, mit den Schneiden gegen einander, gebracht, um die Ketten etwas verkürzen oder verlängern zu können (Fig. 62.).

264. Liegen mehrere einzelne Ketten, welche zu einer einzigen verbunden werden sollen, neben einander, so läfst man die Bolzen auch wohl durch alle zugleich gehen. Sie sollten aber immer nur durch zwei neben einander liegende Ketten gehen, nie durch mehrere, weil es, selbst bei der genauesten Ausarbeitung der Bolzen und Löcher, nicht blofs möglich, sondern sogar wahrscheinlich ist, dafs die Spannung sich auf die einzelnen Ketten nicht gleichförmig vertheile.

265. Die Hängestäbe können auf verschiedene Art an die Ketten befestiget werden.

Entweder erhalten sie 1) am obern Ende ein Öhr, durch welches einer der vorgedachten Bolzen gehet (Fig. 57. *c*); oder sie gehen 2) zwischen zwei aufeinander treffenden Verbindungsgliedern oder Platten durch, und werden vermittelst eines über die letztern durch eine rechteckige Öffnung anstatt des Öhrs gesteckten, auf einen Theil seiner Länge gespaltenen, auseinander gebogenen Keils gehalten (Fig. 60. *a*); oder es wird 3) zwar wie vorher verfahren, aber durch die Verbindungsplatte und das Öhr des Hängestabes wird ein Bolzen gesteckt (Fig. 63.); oder der

Hängestab greift 4) mit seinem platten obern Ende, welches die Gestalt eines halben Schwalbenschwanzes hat, in die schwalbenschwanzförmige Öffnung eines Aufsatzes, der auf den Verbindungsgliedern oder Platten ruhet, und wird durch einen von oben eingesteckten Keil gegen die entgegengesetzte schiefe Wand der Öffnung getrieben und auf diese Weise festgehalten, wobei der Aufsatz auch noch in den Raum zwischen den Verbindungsgliedern mit einer Art von Zapfen greift (Fig. 64.); oder das obere Ende des Hängestabes ist 5) gabelförmig und umgreift sämmtliche Kettenglieder (Fig. 65.); alsdann gehet wieder ein Bolzen durch alle aufeinander treffende Öffnungen, was aber der Kröpfung des Eisens wegen nicht zu empfehlen ist; oder es werden 6) auf die Enden des durch die Ketten gehenden Bolzens zwei gleiche Schienen gesteckt, die unterhalb ebenfalls aufeinander treffende Löcher haben, und an den durch diese gehenden zweiten Bolzen wird der Hängestab mit seinem Öhre gehängt.

266. Nicht gut ist es, einen und denselben Hängestab an zwei oder mehrere übereinander liegende einzelne Ketten zu hängen, auf die Weise dafs man die Ketten durch Bolzen und Stangen, mit Öhren, untereinander verbindet und den Hängestab an die unterste Kette befestiget, weil selbst bei der genauesten Verfertigung der Bolzen und Löcher nie mit Sicherheit die gleichförmige Vertheilung der Spannung auf zwei oder mehrere übereinander liegende einzelne Ketten erwartet werden kann. Die Hängestäbe sollten nie an mehr als zwei nebeneinander liegenden, einzelnen Ketten hängen, und zwar stets genau in der Mitte zwischen beiden. Wenn alsdann die Hängestäbe von einander gleich weit entfernt sind, so dafs jeder einen gleich grofsen, d. h. gleich schweren Theil des Brückenkörpers zu tragen hat, so werden die einzelnen Ketten gleich stark angespannt werden, und es wird, wenn sonst die Summe ihrer Querschnitte grofs genug ist, für die Festigkeit nicht zu fürchten sein.

Durch gehörige Vertheilung der Verbindungsglieder der übereinander liegenden einzelnen Ketten läfst sich immer die gleiche Entfernung der Hängestangen bewerkstelligen, weil man die ersten und letzten langen Glieder der übereinander liegenden einzelnen Ketten gleich lang machen kann. In wirklich ausgeführten Brücken kommen 14 und 15 Fufs lange Glieder vor.

267. Soll die Brückenbahn mittelst Stützen auf den Ketten ruhen, so müssen auf die Verbindungsglieder Sattel gelegt und damit verbunden

werden. Die Sattel bilden oberhalb zwei Wangen, zwischen welche das halbkreisförmige platte Ende der Stütze greift, und durch die Wangen und das Ende der Stütze wird ein Bolzen gesteckt. Da die Stützen ihrer Länge nach zusammengeprefst werden, so ist es gut, ihnen im wagerechten Querschnitt die Gestalt eines Kreuzes (+) zu geben (Fig. 66.).

268. Die Hängestäbe oder die Stützen können entweder Schienen der Länge nach, oder Querbalken tragen.

Im ersten Falle kann man die untern Enden der Hängestäbe gabelförmig machen, mit rechtwinkligen Öffnungen in den Schenkeln, unterhalb der Schienen, durch welche Schliefskeile gesteckt werden; oder man kann das untere Ende der Hängestäbe, oder das obere der Stützen, platt machen, auf jede Seite des platten Theils eine Längenschiene legen, und durch die zuletzt erwähnten drei Stücke einen Bolzen stecken.

Im andern Falle kann man entweder, wenn die Querbalken nur Schienen sind, wie eben beschrieben verfahren; oder wenn stärkere, gufseiserne Querbalken nöthig sind (die dann im Querschnitte die Gestalt eines T erhalten), die Hängestäbe durch eine Öffnung in der obern Platte, und durch eine darunter an diese und die lothrechte Rippe gegossene cylindrische Röhre gehen lassen, und auf das untere Ende des Stabes eine Scheibe stecken und eine Mutter schrauben (Fig. 67.); oder man kann, bei Stützen und hölzernen Querbalken, dem ersteren oberhalb eine wagerechte Platte mit aufwärts stehenden Rändern geben, welche den Querbalken umfassen.

269. Wenn die Balken von Gufseisen sind, so läfst man, um ihre respective Festigkeit ohne Vergröfserung der Masse zu vermehren, die Höhe der lothrechten Rippe, von den Stützpuncten nach der Mitte zwischen beiden, etwas zu nehmen; bei Schienen kann man eiserne Stangen auf die Bolzen durch die Hängestäbe und Schienen stecken, und durch die andern Enden der Stangen, und das untere Ende einer bis unter die Mitte der Schiene reichenden Stütze wieder einen Bolzen gehen lassen, wo dann die Stütze mit ihrem obern gabelförmigen Ende die Schiene umfassen mufs, um nicht seitwärts verschoben zu werden (Fig. 68.). Auf ähnliche Art kann man, wenigstens Längenschienen, durch kleine darauf gesetzte Hängewerke verstärken.

270. Hat man Längenschienen, so legt man darauf hölzerne Querbalken, und darauf einen Belag von Bohlen, der Länge nach, auf diesen

aber einen zweiten Quer- oder Längenbelag, und darauf eiserne Schienen unter die Räder, und Querschienen für das Zugvieh; der zweite Belag wird indessen zuweilen auch weggelassen. Sind eiserne Querschienen vorhanden, so legt man darauf einen Belag der Länge nach.

Da durch die Schienen, wegen ihrer geringen Breite, keine Bolzen der Höhe nach gehen können, so läfst man neben den Querschienen, durch die Belagbohlen und die in deren obern Seite versenkte Platten, Bolzen gehen, die unten einen Haken haben, der unter die Schienen greift und oben durch Schrauben mit Muttern angezogen werden (Fig. 68.). Auf eiserne Querbalken, die oben eine Platte haben, befestigt man den untern Belag vermittelst Bolzen mit Köpfen, Scheiben und Muttern.

271. Die Zwischenräume der Hängestäbe werden durch Gitterwerk ausgefüllt, um ein Geländer zu bilden.

273. Bestehen die Ufer aus steilen Felsen, und sind sie hoch genug, um daran die Ketten befestigen zu können, so treibt man in der verlängerten Richtung der Enden der Ketten möglichst enge Stollen in das Gestein, und teuft bis zum Ende des Stollens Schachte ab, die etwas weiter als jene sind. Verschliefst man nun das Ende des Schachts mit einer eisernen Platte, die gröfser als dessen Querschnitt und durch Ränder und Rippen verstärkt ist, und Öffnungen hat, durch welche die letzten Kettenglieder gebracht werden können, so braucht man nur durch die hinter der Platte liegenden Öhre der letztern Bolzen zu stecken, die sich in halbkreisförmige Ausschnitte in den Rippen legen, um der Spannung der Kette hinreichenden Widerstand entgegen zu setzen, vorausgesetzt dafs der Stollen zu lang ist, als dafs der vor der Platte liegende Felsen durch die Spannung der Kette ausgebrochen und fortgezogen werden könnte. Schacht und Stollen können nach Einbringung der Platten, Ketten und Bolzen wieder ausgefüllt oder sonst verschlossen werden *).

274. Bestehet das Ufer aber nicht aus Felsen, oder erheben sich dieselben nicht ganz in der Nähe hoch genug, so müssen zu den Befesti-

---

*) So günstige Umstände werden nur selten anzutreffen sein; denn die Felsen werden entweder immer mehr oder weniger weit von der Brücke entfernt sein, oder Spalten und Klüfte haben, oder mürbe sein, so dafs der Widerstand unsicher ist. Doch kann der vorausgesetzte Fall allerdings vorkommen. Er findet z. B. bei der Kettenbrücke zu B a u g o n - F e r r y Statt.

A n m. d. H e r a u s g.

gungspuncten künstliche Erhöhungen angebracht werden *), und diese können hölzerne oder eiserne Stützböcke oder steinerne Pfeiler sein, von deren Construction später die Rede sein wird. Aus der nach der Richtung der Tangente der Kettenlinie im Befestigungspuncte wirkenden Spannung entsteht eine lothrechte Pressung und zugleich eine wagerechte Kraft, welche den Befestigungspunct nach der Brücke hinzieht. Um dem ersteren Widerstand zu leisten, würde schon ein mäfsiger wagerechter Querschnitt der Stützen hinreichen; aber wegen der letztern, welche die Stützen um ihre innere untere Kante nach der Brücke zu zu drehen strebt, müfsten die Stützen, in der verlängerten Richtung der Brücke gemessen, ungeheuer stark und schwer sein, wenn sie blofs vermöge ihres Gewichts widerstehen sollten, und dazu noch müfsten sie als untrennbarer Körper angesehen werden dürfen. Man mufs deshalb dem Gewichte der Stützen durch einen der wagerechten Kraft entgegenwirkenden Widerstand zu Hülfe kommen. Dies kann geschehen, wenn man von einem an der hintern Seite der Stütze, in gleicher Höhe mit dem Befestigungspuncte der Kette, auf der Brückenseite liegendem Puncte, in der erweiterten Ebene der Kette, eine zweite Kette bis unter die Oberfläche des Bodens führt, und dieselbe dort befestiget; denn alsdann zerlegt sich die wagerechte Kraft, welche die Stütze umzuwerfen strebt, nach der Richtung der zweiten Kette und nach wagerechter Richtung; die erste dieser beiden Seitenkräfte wird von der Spannung der Kette, die andere von der rückwirkenden Festigkeit der Stütze aufgehoben. Da nun die Spannung der zweiten Kette blofs von der der ersten hervorgebracht wird, so heben sich die wagerechten, einander entgegengesetzten Kräfte auf, und die Stütze wird blofs in lothrechter Richtung zusammengedrückt, so dafs nicht mehr zu fürchten ist, sie werde umgestürzt werden, sobald nur, weder die zweite Kette zerreifsen, noch ihr unteres Ende nachgeben kann **).

275. Um die beiden Theile der Ketten von einander zu unterscheiden, nennt man die, welche den Brückenkörper tragen, **Tragketten**, und die auf der Landseite der Stützen, **Spannketten**.

---

*) In so fern man nicht nach der Anmerkung zu §. 257. verfahren kann. Anm. d. Herausg.

**) Die Ketten werden wohl am besten über die Pfeiler hinweggeführt und ihre Verlängerung wird in den Boden befestigt. Anm. d. Herausg.

276. Die letztern werden eben so gemacht wie die Tragketten; ihre Spannung ist aber um so gröfser, je gröfser der Winkel ist, den ihre Richtung mit dem Horizont macht, wonach ihr Querschnitt zu bestimmen ist. Man wird daher auch wohl thun, die Spannketten so flach zu legen, als die Umstände es irgend erlauben *).

277. Wird die Spannkette aus mehreren einzelnen Ketten zusammengesetzt, so mufs man sorgen, dafs die ganze Spannung gleichförmig auf die einzelnen Ketten vertheilt wird, was nur dann mit Sicherheit geschieht, wenn man das erste Stück, von oben an gerechnet, aus dem Vollen macht, auf den durch das untere Öhr desselben gehenden Bolzen zwei Glieder, jedes von der Hälfte des Querschnitts des vorigen bringt, mit den untern Enden dieser Glieder wiederum eben so verfährt, und die Theilung so lange fortsetzt als nöthig **). Am wenigsten gut ist es, statt Einer Spannkette aus Einem Puncte, mehrere schwächere nach auseinander laufenden Richtungen zu machen, weil dann immer nur eine von den einzelnen Ketten angespannt werden wird, welche folglich leicht zerreifsen kann, indem ihr Querschnitt nur ein geringer Theil des ganzen erforderlichen Querschnitts ist.

278. Zur Befestigung des untern Endes der Spannketten wird eine gufseiserne Platte, wie §. 273., angebracht. Um dieselben und die Enden der Spannketten unter die Oberfläche bringen zu können, mufs man, wenn kein Felsen vorhanden ist, in welchen sich Stollen und Schacht treiben liefsen, alle Erde über und in der Richtung der Spannkette vor der Platte ausgraben. Hätte man nun die Grube, nach Einbringung der Platte und der Ketten, wieder blofs voll Erde geschüttet, so müfste dieser Erdkörper so viel Gewicht haben, dafs er von der Spannung der Kette auf der schiefen, mit ihrer Richtung gleichlaufenden Ebene nicht aufwärts gezogen werden könnte. Da aber der Widerstand von Seiten der Cohäsion der Erde und der Reibung an den Seitenflächen der sich trennenden Kör-

---

*) Die Spannung der Spannketten ist nur dann von derjenigen der Tragketten verschieden, wenn letztere einerseits, und jene anderseits an den Pfeiler befestiget sind, nicht wenn die Ketten frei, etwa auf Rollen, über den Pfeiler hinweggehen.
Anm. d. Herausg.

**) Aber wenn nun eine einzelne Kette reifst, so giebt das ganze System nach und der Pfeiler wird nicht mehr von der Spannkette gehalten. Wäre es nicht so, so könnte man mit den Tragketten eben so verfahren. Indefs wird allerdings auf diese Weise die Gefahr verhindert, die aus etwaiger unvorhergesehener zu starker Anspannung einzelner Ketten entsteht. Anm. d. Herausg.

per nicht mit Sicherheit geschätzt werden kann, so ist es besser, diese Widerstände als nicht vorhanden anzusehen, und nur das relative Gewicht des Erdkörpers und die Reibung, welche auf die schiefe Ebene aus der Normalpressung entstehet, in Rechnung zu bringen. Dafs der Widerstand aufserdem gröfser sein mufs als die Spannung, versteht sich von selbst.

Aber die Erde mufs auch unpresbar sein, und da sich in dieser Hinsicht ihre Beschaffenheit häufig ändert, je nachdem sie mehr oder weniger feucht ist, so wird es immer besser sein, die Grube mit Mauerwerk auszufüllen, um so mehr, da solches zugleich ein gröfseres eigenthümliches Gewicht hat, als die Erde.

Aber auch die unter der erwähnten schiefen Ebene liegende Erde könnte zusammengeprefst werden; daher wird es noch besser sein, die Erde geradezu bis etwas unter der Unterkante der eisernen Platte auszugraben, und zwar wenigstens auf die ganze Länge der Grundlinie der schiefen Ebene, und in dieser Grube einen Pfeiler von Mauerwerk aufzuführen, in welchem eine Röhre ausgespart ist, die an die Stelle des früher erwähnten Stollens tritt, aber viel enger sein kann, indem die Ketten hineingelegt werden können, ehe die Röhre zugedeckt wird (Taf. XII. Fig. 69.). Ist die Erde unter dem Pfeiler unprefsbar genug, so wird derselbe unmittelbar darauf gesetzt; im entgegengesetzten Falle ist ein Rost nöthig.

Es ist leicht zu sehen, dafs die Spannung der Ketten das hintere Ende des Pfeilers zu heben und ihn (vorausgesetzt dafs er als aus einem einzigen Stücke bestehend angesehen werden kann) zugleich mit seiner vordern untern Kante auf dem Grundwerke fortzuschieben strebt. Liegt das Loth durch den Schwerpunct des Pfeilers mitten zwischen seiner vordern und seiner hintern Unterkante, so ist die Pressung, welche die Reibung erzeugt, gleich dem halben Gewichte des Pfeilers, vermehrt um die andere Hälfte desselben Gewichts, weniger der lothrechten Seitenkraft der Spannung, also gleich dem ganzen Gewichte, weniger dieser. Diese Pressung, mit dem Reibungs-Coëfficienten multiplicirt, mufs daher gröfser sein als die wagerechte Seitenkraft der Spannung, woraus sich die Abmessungen des Pfeilers finden lassen. Reicht derselbe bis zum Landpfeiler, so kann man von dem Widerstande des letztern nur denjenigen Theil in Rechnung bringen, der nach Abzug des Drucks der dahinter liegenden Erde übrig bleibt.

279. Offenbar ist diese Anordnung besser, als die von Navier, welcher die Spannkette etwas unterhalb der Oberfläche lothrecht hinab gehen läfst und die Platte am untern Ende mit Mauerwerk belastet, welches entweder fast bis zu Tage gehet, oder statt dessen wenigstens oberhalb blofs Erde aufgeschüttet wird; wobei auch auf die Platte ein umgekehrtes Kuppelgewölbe und darauf eine Brunnenmauer gesetzt und der Brunnen mit losen Steinen ausgefüllt werden kann, damit man überall leicht zur Kette kommen könne. Die Richtung der Kette wird nicht plötzlich geändert, sondern ein aus kurzen Gliedern bestehendes Stück legt sich um einen Theil einer cylindrischen Oberfläche, welche die geraden Theile der Spannkette berühren. (Die Spannkette über dem Boden ist zwar nicht wirklich gerade, aber ihre Krümmung ist unmerklich.) Die cylindrische Oberfläche, aus einer eisernen Platte oder einem Stein bestehend, ist nun aber stets einer wagerechten Pressung ausgesetzt, welche der wagerechten Seitenkraft der Spannkette ziemlich gleich und folglich nicht unbedeutend ist; und es mufs dieser Pressung ein hinreichender Widerstand entgegengesetzt werden. Navier thut solches durch einen bogenförmigen Strebepfeiler, dessen Richtung der der Mittelkraft aus den Spannungen der beiden Theile der Spannkette gerade entgegengesetzt ist; da aber der Pfeiler, mit seiner innern Wölbung, besser auf Mauer als auf Erde liegt, und besser übermauert als mit Erde bedeckt wird, so erhält man am Ende die §. 278. beschriebene Construction. Überdies wird durch den bogenförmigen Pfeiler die wagerechte Pressung auf die cylindrische Oberfläche schwerlich ganz aufgehoben, und es bleibt daher immer noch eine Gefahr, die bei der andern Anordnung nicht statt findet.

280. Läfst man die Spannkette lothrecht an der Hinterseite des Landpfeilers herab, und in einer unter demselben ausgesparten Röhre wagerecht bis zu seiner Stirnfläche gehen, wo die Platte angebracht wird, so läfst sich zwar der Landpfeiler, den die wagerechte Seitenkraft der Spannung der Kette, gemeinschaftlich mit dem Drucke der dahinter liegenden Erde, um seine äufsere untere Kante zu drehen strebt, so stark machen, dafs er hinlänglichen Widerstand leistet, aber an Kosten möchte schwerlich gespart werden.

281. Will man zu Stützen blofs hölzerne oder eiserne Säulen (d. h. in letzterm Fall gufseiserne Röhren) nehmen, so befestigt man auf ihrem oberen Ende einen Sattel, der am besten ein gufseiserner, oben offener

Kasten ohne Giebelwände ist. Durch auf einander treffende Löcher in beiden Seitenwänden werden Bolzen gesteckt, von denen der eine durch die Öhre der ersten Glieder der Tragketten, der andere durch die der Spannketten gehet. Dem Kasten Giebelwände und den obern Enden der Kettenglieder Schraubengewinde zu geben, solche durch Löcher in den Giebelwänden zu stecken und Muttern darauf zu schrauben, ist nicht rathsam, weil die ersten Glieder bei kleinen Veränderungen der Gestalt der Ketten sich nicht um Bolzen drehen können, sondern sich biegen müssen, also leicht brechen können.

Die gleichförmige Vertheilung der ganzen Spannung auf die einzelnen Ketten hat übrigens keine Schwierigkeit; man steckt auf jeden Bolzen ein Glied, dessen Querschnitt den ganzen nothwendigen Inhalt hat, auf den durch das andere Ende desselben Gliedes gehenden Bolzen, an jeder Seite, in gleicher Entfernung vom vorigen, ein Glied, dessen Querschnitt die Hälfte des vorigen ist, u. s. f. wenn man 4, 8, 16, u. s. w. einzelne Ketten neben einander anbringen will.

282. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dafs die Gröfse der Querschnitte der Ketten eigentlich nicht genau in dem umgekehrten Verhältnisse der Zahl der Ketten, sondern in einem gröfsern Verhälnisse abnehmen mufs; denn man mufs für den sogenannten Sicherheits-Coëfficienten eine um so gröfsere Zahl nehmen, je g r ö f s e r der Querschnitt des gespannten Stücks ist, weil eine dicke eiserne Stange ungleichförmiger erkaltet, als eine dünne, und also die absolute Festigkeit in einem geringern Verhältnisse zunimmt, als die Querschnitte. Einem Theile dieses Übelstandes kann man abhelfen, wenn man, sobald der Querschnitt einer Stange vergröfsert werden mufs, ihre Höhe, so weit es die Umstände erlauben, zunehmen läfst, damit die Breite, also die Dicke des ganzen Stückes, möglichst wenig vergröfsert zu werden brauche.

283. Um zu verhindern, dafs die hölzernen oder eisernen Säulen nach der Breite der Brücke schwanken, dienen zunächst Holme, oder Riegel und Kreuzbänder über dem Raume zwischen den Säulen. Da jedoch diese Stücke so hoch über der Fahrbahn liegen müssen, dafs beladene Wagen unter ihnen hindurch fahren können, so setzt man, zur Vermehrung der Stabilität, auch noch aufserhalb Streben, welche in einer, normal auf die Länge der Brücke stehenden, lothrechten Ebene liegen; aufserdem aber auch wohl noch andere, in Ebenen, die mit der Länge

der Brücke parallel sind, und verwandelt so die Säulen in Stützböcke, in welchen auch noch anstatt jeder Säule, zwei, durch wagerechte Querstücke mit einander verbunden angebracht werden können.

284. Über hölzerne Stützböcke ist nichts besonderes zu bemerken. Macht man sie aber aus Eisen, so werden die einzelnen Stücke durch Blätter und Schraubenbolzen verbunden (Taf. XII. Fig. 70.). Dann sind im Querschnitte rechteckige Röhren bequemer als cylindrische, und um zu den Schraubenmuttern kommen zu können, wird man meistens eine der vier Wände der Röhre weglassen; da nun häufig auch Ränder aufserhalb nöthig sind, so verwandelt sich oft der Querschnitt der Röhre aus □ in ⊓ oder ⊤, oder die Röhre in eine Platte mit zwei oder drei Rippen, oder mit einer.

285. Die Gestalt des Querschnitts der Ständer und Bänder mag sein, welche man will, so erhalten die lothrechten Platten und Rippen stets wieder wagerechte Blätter, mit welchen sie durch Schraubenbolzen auf Sohlplatten befestiget werden, die auf der Oberfläche des Land- oder Mittelpfeilers liegen. Verbindet man die einzelnen Sohlplatten unter einander durch längere Platten, so erhält man ein Schwellwerk, oder einen Rost, und dieser, oder die einzelnen Sohlplatten, werden durch lothrechte Ankerbolzen mit dem Mauerwerke des Pfeilers verbunden.

286. Über die Construction steinerner Stützpfeiler ist wieder nichts Besonderes zu bemerken.

287. Anstatt die Trag- und Spannketten durch den §. 281. beschriebenen Sattel mit einander zu verbinden, macht man auch wohl über die Stützpfeiler fortlaufende Ketten, die nur über den Pfeilern kürzere Glieder haben, weil ihre Krümmung sich hier ändert, und stärker ist, als an den übrigen Stellen. Dann kann man die Ketten unmittelbar auf die Oberfläche der Stützpfeiler legen, welche Theile eines Cylinders sind, der von den Richtungen der Trag- und Spannketten in den Befestigungspuncten berührt wird *). Hierbei entsteht nun, selbst wenn die gekrümmte Oberfläche des Stützpfeilers eine polirte Platte wäre, eine bedeutende Reibung zwischen ihr und der Kette. Deshalb pflanzt sich die Spannung der Tragkette nicht ganz auf die Spannkette fort, und die Tragkette strebt den Stützpfeiler so lange um seine innere untere Kante zu

*) Dieses ist die in der Anmerkung zu §. 274. erwähnte Anordnung.
Anm. d. Herausg.

drehen, bis dadurch die Spannung der Spannkette grofs genug geworden ist, um die Wirkung aufzuheben *). Dies ist aber der Verbindung der einzelnen Stücke, aus denen der Stützpfeiler besteht, nachtheilig; man sucht daher die Reibung wegzuschaffen, was zwar nie ganz, aber doch gröfstentheils möglich ist. Einige Mittel dazu sollen angegeben werden.

288. Eines der einfachsten ist, dafs man anstatt der im vorigen Paragraph erwähnten gekrümmten eisernen Platte (welche übrigens mit der Länge der Kette gleichlaufende, lothrechte Ränder erhält, um das Abgleiten der Ketten nach der Seite zu verhindern) eine ebene Platte, mit lothrechten Wänden, statt der Ränder macht (Fig. 71.), durch die lothrechten Wände einen Bolzen steckt, auf diesen zwei Schienen, die oben und unten Öhre haben und nicht bis zur Platte reichen, hängt, durch die untern Öhre wieder einen Bolzen steckt, der kürzer ist als die Entfernung der Wände von einander im Lichten, und auf diesen letztern Bolzen die ersten Glieder der Trag- und der Spannketten aufhängt. Je weiter die beiden Achsen der Öhre, im Verhältnisse zu ihrem Durchmesser, von einander entfernt sind, desto geringer ist der Einflufs der Reibung an den Bolzen auf das Umdrehen des Stützpfeilers um seine innere, untere Kante; ohne jedoch ganz weggeschafft werden zu können, wie leicht zu sehen. Der einzige Übelstand bei dieser Einrichtung ist die Schwierigkeit, Schienen und Bolzen für die grofse darauf wirkende Pressung und Spannung stark genug zu machen.

---

*) Nicht aus der Reibung allein entsteht das Bestreben der Tragkette, den Pfeiler umzuwerfen, sondern es hängt auch von der Richtung der Spannkette ab. Denn gesetzt dieselbe ginge hinter dem Pfeiler lothrecht hinunter, so würde die Tragkette den Pfeiler offenbar mit ihrer ganzen wagerechten Kraft umzuwerfen streben. Eben deshalb ist bei dieser Anordnung die Spannung der Spannkette, wie bei §. 276. angemerkt, immer der der Tragkette (abgesehen von dem aus der Reibung entstehenden Unterschied) gleich, welche Richtung auch die Spannkette haben mag; und wenn dieselbe gar keinen horizontalen Widerstand leistet, nemlich in dem Falle, wenn sie lothrecht hinter dem Pfeiler hinunter geht, mufs der Pfeiler ganz diesen Widerstand gewähren. Ist dagegen die Tragkette einerseits an den Pfeiler befestigt, so kann man durch die stärkere Anspannung der Spannkette, im Fall ihre Richtung nicht horizontal ist, machen, dafs der Pfeiler gar keinen horizontalen Widerstand zu leisten braucht. Die Ketten nicht über die Pfeiler weggehen zu lassen, sondern die Spannketten hinten daran zu befestigen, ist aber offenbar gefährlich, theils weil sie dann eine stärkere Spannung haben müssen, in so fern man den Pfeiler erleichtern will, theils weil in dem Falle mehrere Ketten vorhanden sind, einzelne Ketten unbemerklich zu stark angespannt werden können, welchem letztern Übelstande zwar durch die Einrichtung §. 272. vorgebeugt werden kann, welche Einrichtung indessen die Befürchtung des in der Anmerkung zu §. 272. erwähnten Falles übrig läfst.

Anm. d. Herausg.

289. Ein anderes Mittel ist, die Ketten über Rollen oder Walzen laufen zu lassen, deren Zapfenlager in den Wänden einer Rinne oder Röhre liegen, welche auf oder in dem Stützpfeiler angebracht ist. Gut ist es, die Achse der Zapfen in eine cylindrische Oberfläche zu legen, so dafs die damit gleichlaufende Fläche durch die oberste Seite der Walzen von der Richtung der obern Enden der Trag- und Spannketten berührt wird. Man siehet, dafs hier die Wirkung der Reibung um so geringer ist, je gröfser der Halbmesser der Walzen gegen den der Zapfen ist. Bei der zu Hammersmith, oberhalb London über die Themse erbauten Kettenbrücke, ruhen die Ketten über den Stützpfeilern auf gufseisernen, gedrehten Walzen von 11 Zoll (Englisch) im Durchmesser, mit drei Zoll starken, geschmiedeten eisernen Zapfen (Fig. 72.). Diese Zapfen liegen in metallenen Pfannen, und die Pfannen in starken gufseisernen, durchbrochenen Wänden, welche mit ihren wagerechten Rändern auf kastenförmige Platten geschraubt sind, die wieder durch Ankerbolzen, welche in das Mauerwerk greifen und durch Schrauben-Muttern festgehalten werden.

290. Bei der Bangor-Kettenbrücke gehen über die Stütz- oder Tragpfeiler gekrümmte Kettenglieder durch einen Sattel (Fig. 73.), der aus vier auf einander gesetzten, etwas in einander greifenden, oben offenen, starken gufseisernen Kasten zusammengesetzt ist, von welchen der oberste durch eine schwache eiserne Platte verschlossen wird. An diese Kettenglieder sind auf der einen Seite die Trag-, auf der andern die Spannketten befestiget. Der Boden des untersten Kastens ruhet auf Walzen von geschmiedetem Eisen, und die Walzen ruhen auf einer, oberhalb cylindrischen, gufseisernen Sohlplatte, welche auf dem Tragpfeiler befestiget ist. An den Boden des untersten Kastens sind unterhalb Ränder angegossen, die mit der Länge der Brücke parallel und unterhalb nach einem Kreisbogen ausgerundet sind, der mit demjenigen gleichlaufend ist, welcher die Richtung der Trag- und Spannketten an ihrem obern Ende berührt; diese Ränder enthalten die Hälfte der Zapfen und Pfannen der Walzen. Die anderen Hälften der Pfannen liegen an jeder Seite in einer gekrümmten gufseisernen Schiene, welche durch schwalbenschwanzförmige Schlüssel mit dem zugehörigen Rande verbunden wird. Beide Schienen sind um die Breite des erhabenen Theils der Sohlplatte von einander entfernt, und reichen bis unter ihre gekrümmte Oberfläche. An

jedem Ende des erhabenen Theils der Sohlplatte ist ein aufwärts gerichteter Rand angebracht, um das Abgleiten des Sattels nach der Länge der Brücke zu verhindern. Die Wände des Kastens erleiden fast gar keine Spannung, und die Wirkung der Reibung ist um so geringer, je gröfser der Halbmesser der Walzen ist. Auf die Gröfse der Zapfen kommt wenig an, und die Festigkeit der Verbindung ist sehr grofs.

291. Um die wagerechten Schwingungen des Brückenkörpers bei Stürmen, deren Richtung mit der Länge der Brücke einen ziemlich grofsen Winkel macht, zu verhindern, oder wenigstens zu verringern, bringt man an jeder langen Seite der Brückenbahn Ketten an, deren untere Enden an Anker im Grundbette befestiget sind, und die so stark als möglich angezogen werden. Wo dies aber wegen des Eisganges oder wegen der Schiffahrt nicht angeht, führt man die Ketten von der Brücke nach dem Ufer oberhalb und unterhalb der Landpfeiler, wo sie dann auf ähnliche Art wie die Spannketten befestiget werden (Fig 74.). Je kleiner der Winkel ist, den sie mit der Richtung der Brücke machen, desto geringer ist ihre Wirkung.

292. Liegen die Befestigungspuncte der Tragketten bedeutend höher als die Fahrbahn, so bringt man auch noch Querverbände zwischen den Ketten bis zu den Gliedern an, deren Enden nur noch so hoch über der Fahrbahn liegen, dafs ein hochbeladener Wagen sie beinahe erreicht. Zu dem Ende läfst man Bolzen, die zwar in den zu beiden Seiten der Fahrbahn befindlichen Ketten, aber in Einer wagerechten, auf die Länge der Brücke normalen Linie liegen, durch Blätter an den beiden Enden von gufseisernen Röhren oder Stangen gehen und schraubt vor die Blätter auf die Enden der Bolzen Muttern. Dadurch erhält man aber eigentlich nur eine Verriegelung der einzelnen Tragwände untereinander. Um einen noch wirksameren Diagonal-Verband zu erhalten, kröpft man eiserne Stäbe an ihren Enden, und steckt sie, nahe an den Ketten, an der einen Seite in die obere, an der andern in die untere Röhre, oder bolzt die umgebogenen Enden der Diagonalstangen an die wagerechten. Wo jene auf einander treffen, können sie durcheinander gesteckt oder gekröpft werden. Ganz werden aber dadurch die wagerechten Schwingungen nicht verhindert werden können.

293. Werden Stangen von einzelnen Puncten der Länge des Brückenkörpers nach einem oberhalb des nächsten Landendes desselben liegenden

festen Puncte geführt (m. s. §. 251), so wirkt das Gewicht der Brücke und der zufälligen Belastung auf andere Weise, und es ist eine andere Einrichtung des Brückenkörpers nöthig. Auf jeden der erwähnten Puncte in den beiden langen Seiten der Bahn wirkt ein leicht zu berechnender Theil des Gewichts des Brückenkörpers und der zufälligen Belastung lothrecht abwärts. Geht nun an jeder langen Seite der Brücke eine unausdehnbare gerade Linie von einem Landpfeiler bis zum andern, etwa eine verzahnter Balken, so zerlegt sich die lothrechte Pressung in den fraglichen Puncten in eine Seitenkraft nach der Richtung der Stange, welche dieselbe auszudehnen strebt, und in eine wagerechte nach dem Ufer zu, nach welchem hin die Stange läuft. Sind nun die Stangen an einer Längenseite der Brücke in Beziehung auf ein Loth durch die Mitte der Brükkenöffnung, symmetrisch angebracht, so heben, bei gleichförmiger Vertheilung des Gewichts, je zwei gleiche, einander gerade entgegengesetzte wagerechte Spannungen einander auf und streben nur noch den zwischen ihren Angriffspuncten liegenden Theil der eisernen Schienen oder des verzahnten Balkens zu zerreifsen, der dann so stark gemacht werden mufs, dafs er dieser Kraft widerstehet. Bringt man nun auf der Rückseite jedes Tragpfeilers eine Spannkette an, oder auch mehrere, auf welche jedoch die ganze vorhandene Spannung gleichförmig vertheilt werden mufs, so läfst sich auch auf diese Weise aus hinreichend starken Stücken eine feste Brücke herstellen.

294. Diese Construction ist dem Princip nach dieselbe, welche in Löscher's „Angabe einer ganz besondern Hängewerk-Brücke, Leipzig 1784." vorgeschlagen ist, nur dafs hier statt der eisernen Stange und Spannketten Holz genommen ist.

295. Die Stangen nicht in einerlei Punct des Tragpfeilers zusammenlaufen zu lassen, sondern etwa miteinander gleichlaufend, und dann eben so mit den einzelnen Spannketten zu verfahren, ist nicht zu rathen, weil man nicht wissen kann, wie grofs die Spannung jeder einzelnen Spannkette sein werde.

296. Trennt man den Brückenkörper in der Mitte seiner Länge, etwa um daselbst eine Zugklappe zu machen, so werden die wagerechten Pressungen, da wo die untern Enden der Stangen befestiget sind, die Balken an beiden Längenseiten, nach den Ufern zu, zusammenzudrücken streben. Man könnte der Brücke durch einen hinlänglichen Querschnitt

der verzahnten Balken hinreichende Festigkeit zu geben suchen, indessen würden doch die wagerechten Seitenschwingungen so gefährlich sein, dafs gegen diese Anordnung zu warnen ist.

297. Um die Ketten einer Hängebrücke aufzuhängen, ist nichts weiter nöthig, als eine Flofs- oder Schiff-Brücke, auf welcher man sie zusammensetzt, und auf welcher Krahne stehen, vermittelst deren sie so weit in die Höhe gewunden werden, dafs ihre Enden mit denen der bereits angebrachten Spannketten verbunden werden können. Auch kann man eine Laufbrücke aus Seilen oder Anker-Ketten, die über die Tragpfeiler laufen und mit Erdwinden anzogen werden, und auf welche Bohlen gelegt werden, machen, und darauf die Ketten zusammensetzen. Da man die Taue so stark spannen kann, dafs der Scheitel der Kettenlinie, die sie bilden, höher liegt, als der der krummen Linie, welche die Tragketten machen sollen, so lassen sich Trag- und Spannketten immer leicht verbinden.

298. Um die Festigkeit der Kettenglieder zu prüfen dienen Probier-Maschinen, theils denen ähnlich, welche in Eitelwein's „Statik, Band II." zu Versuchen der absoluten Festigkeit verschiedener Materien bestimmt, beschrieben sind, oder solche, bei welchen durch die hydraulische Presse die nöthige Spannung hervorgebracht werden kann *).

---

*) Die Hängebrücken oder Kettenbrücken haben, seitdem in neuerer Zeit einige derselben gebaut worden sind (seit ihrer Erfindung kann man nicht sagen, denn die ist, wenigstens dem Princip nach, uralt) ein so aufserordentliches Aufsehen erregt, und so ausnehmenden Beifall gefunden, dafs hie und da, wie es scheint, eine wirkliche Vorliebe für dieselben entstanden ist, und dafs man ihnen nun, in Folge dieses Vorurtheils, sogar dann den Vorzug vor andern Brücken giebt, wenn sie keinen haben. Man glaubte nemlich, dafs Kettenbrücken, fast überall wo sich weite Öffnungen spannen lassen, vor andern Brücken den Vorzug haben, allein so verhält es sich überall, wo ohne grofse Schwierigkeit andere Brücken gebaut und steinerne Pfeiler fundamentirt werden können, nicht, aus folgenden Gründen.

Erstlich sind in solchen Fällen, wie vergleichende Kosten-Berechnungen gezeigt haben, die Kettenbrücken in der Regel nicht wohlfeiler zu bauen, als Brücken mit steinernen Pfeilern und hölzerner Bahn, ja selbst zuweilen nicht wohlfeiler, als gewölbte Brücken.

Zweitens sind sie, wie leicht zu sehen, auch nicht wohlfeiler zu erhalten, als Brücken mit steinernen Pfeilern und hölzerner Bahn; denn die Bahn ist bei beiden meistens dieselbe und von Holz, und erfordert also bei der Kettenbrücke mindestens nicht weniger Unterhaltungs-Kosten als bei den festen Brücken, eher aber, wegen der Beweglichkeit der Theile, mehr. Die Pfeiler dagegen, tüchtig und fest erbaut, werden weniger Unterhaltungs-Kosten erfordern als die beweglichen Ketten, und ihre Befestigungen am Ufer, die von der beständigen starken Erschütterung mehr leiden müssen, als stehende Pfeiler.

299. Zum Schlusse könnte hier noch eine, dem Verf. erst nach dem Abdrucke des von den hölzernen Brücken handelnden Abschnitts bekannt gewordene, von allen gewöhnlichen dem Princip nach wesentlich verschiedene hölzerne Brücken-Construction beschrieben werden, indem

---

Drittens sind Kettenbrücken nicht mit weniger Schwierigkeiten zu repariren als feststehende Brücken, besonders Pfeiler-Brücken mit hölzerner Bahn. Denn das Einziehen neuer Ketten, und die Herstellung schadhaft gewordener Widerstands-Pfeiler, hat offenbar mehr Schwierigkeiten als die Einziehung eines neuen Brücken-Gebälks, und die Herstellung stehender Pfeiler.

Viertens sind die Kettenbrücken nicht dauerhafter als Pfeilerbrücken; denn das Mauerwerk leidet, wie oben bemerkt, bei jenen durch die Erschütterung mehr als bei diesen, und das Eisen ist nicht allein an sich eine vergänglichere Masse als Stein, sondern es ist auch nicht ganz unwahrscheinlich, dafs die beständige, auf die Trennung der Cohärenz des Eisens wirkende Kraft, welche die Ketten zu zerreifsen strebt, verbunden mit der unaufhörlichen Erschütterung aller Theile des Metalls, die durch die Bewegung auf der Brücke entsteht, nicht noch aufserdem auf eine eigenthümliche Weise auf die Destruction derselben wirken dürfte, welche Befürchtung erst eine längere Erfahrung heben kann. Die Dauer der hölzernen Bahn aber ist auf der beweglichen Brücke offenbar wenigstens nicht gröfser, als auf der feststehenden. Im Ganzen ist leicht zu sehen, dafs ein Bauwerk, bei welchem diejenigen Theile, auf deren Widerstand es ankommt, in beständiger Bewegung sind, und wo die tragenden Theile durch die Cohärenz Widerstand zu leisten haben, nicht so dauerhaft sein kann, als ein Bauwerk, dessen tragenden Theile ruhen, und dessen Theile, statt durch Cohärenz, vielmehr durch die weit stärkere Gegenwirkungs-Kraft gegen das Zusammendrücken, Widerstand leisten.

Fünftens sind die Kettenbrücken nicht sicherer; vielmehr ist ihre Festigkeit bei weitem weniger zu verbürgen, als die stehender Brücken, *und das ist die Hauptsache.* Man kann allerdings die Kraft berechnen, welche die Ketten zu zerreifsen streben wird, selbst allenfalls mit Rücksicht auf die Erschütterungen und die Beweglichkeit der Brücke (obgleich letzteres, was sehr bedeutend ist, am Ende mehr auf Hypothesen als auf sicheren Principien beruhen dürfte); und wenn man nun durch Versuche gefunden hat, wie stark das Eisen, dessen man sich bedienen will, in so fern es keine Risse und Fehler hat, auf eine Fläche von bestimmter Gröfse cohärirt, so kann man ausrechnen, wie stark die Ketten sein müssen, um eben die Kraft, die sie zu zerreifsen strebt, Widerstand zu leisten. Da man nun aber jene Kraft nicht einfach, sondern, nach Schätzung, vielfach in der Rechnung wird anschlagen müssen, damit die Ketten einen überflüssigen Widerstand leisten mögen, so hängt schon die Sicherheit der Brücke, und folglich das Leben der Menschen die sich ihrer bedienen sollen, eigentlich noch von einer ganz willkürlichen Schätzung ab, für welche es keine Regel giebt, und es ist gleichsam Zufall, wenn der Baumeister einigermafsen den rechten Multiplicator trifft, und von dem oft sehr dringenden Bestreben, zugleich eine wohlfeile Brücke zu bauen, sich nicht verleiten läfst, eine zu kleine Zahl zum Multiplicator zu nehmen. Irgend ein aufsen nicht sichtbarer Rifs im Eisen kann aber auch den besten Multiplicator zu Schanden machen, und sobald eine einzelne Kette zerreifst, so haben schon die andern desto mehr zu tragen, und können nun, durch den Stofs noch um so stärker angespannt, um so eher nachgeben. Wie gefährlich es sei, die Festigkeit einer Hängebrücke auf Rechnungen zu gründen, die am Ende sogar noch durch blofse willkürliche Schätzungen vervollständiget werden müssen, davon geben die Unfälle von Brücken, zum Theil

die Art, wie dabei die Fahrbahn getragen wird, derjenigen der Brücken §. 293. am nächsten kommt. Da aber ein besonderer Aufsatz darüber in dem „Journal für die Baukunst" erscheinen wird, so kann auf diesen Aufsatz verwiesen werden.

(Die Fortsetzung im nächsten Hefte.)

---

grausenhaften Andenkens, den Beweis. Es ist zwar ganz richtig, dafs man die Ketten-Glieder und selbst die Festigkeit der ganzen Ketten, ehe man ihnen die Brücke zu tragen giebt, durch Maschinen prüfen kann; allein einestheils wirkt die Brücke, zumal mit ihrer Beweglichkeit, anders auf die Ketten als die prüfenden Maschinen; anderentheils kann man nicht dafür stehen, dafs der Sprung im Eisen, der nicht da war als man die Ketten aufhing, durch irgend eine Gewalt, oder durch den Frost, erst unbemerkt entstehe. Auch ist die Gefahr bei Kettenbrücken, dafs die Fehler des Eisens, auf dessen Festigkeit das ganze Bauwerk beruht, völlig unsichtbar sein, und erst in der Länge der Zeit und plötzlich entstehen können, völlig eigenthümlicher Art, und bedeutend. Bei stehenden Brücken ist alles Anders. Nach unzähligen Erfahrungen, nicht blofs nach Rechnung, kann man die Stärke der Balken oder Gewölbe einrichten, und wenn die tragenden Theile Fehler haben oder bekommen, so sind sie nie so versteckt, dafs sie nicht bemerkt werden könnten, sondern vielmehr überall sehr sichtbar, so dafs man ihnen abhelfen kann, und dafs schwerlich, bei nur einiger Aufmerksamkeit, ein plötzliches Zusammenbrechen der Brücke befürchtet werden darf. Die Wagnifs bei Kettenbrücken ist in der That so eigenthümlicher Art, so bedeutend, und von so unmittelbarer Gefahr für Sicherheit von Menschen-Leben, dafs man wohl Anstand nehmen sollte, dergleichen Brücken in Fällen zu bauen, wo die nemlichen Zwecke durch festere und sichere Bauwerke erreicht werden können, selbst wenn sich Kosten sparen lassen. Es ist mehr als Leichtsinn, blofs um ein kühnes und einige Übung in algebraischen Rechnungen erforderndes Bauwerk zu haben, Menschen-Leben in Gefahr zu setzen.

Sechstens endlich sind Hängebrücken, wenn man es sich, nicht etwa einen zufälligen oder veränderlichen Geschmack über Gründe setzend, gestehen will, nicht schöner, als stehende Brücken; denn das Luftige, Gewagte, Kühne und was geringe Rücksicht auf seinen eigentlichen Zweck, auf die Sicherheit derer, für die es bestimmt ist, bezeichnet, kann nicht schöner sein als das Feste, Sichere und Zweckmäfsige.

Es ist zwar wahr, dafs man mit Hängebrücken sehr weite Öffnungen überspannen, und eine einzelne statt vieler Brücken-Öffnungen machen kann; allein das sollte man eben nicht thun, wo es nicht unumgänglich nöthig ist. Das Überspannen weiter Öffnungen, wo sie ohne Schaden getheilt werden können, hat an sich keinen Zweck. Es kommt, wo es nicht des Flusses wegen nothwendig ist, nicht darauf an, weite Öffnungen zu bauen, sondern es kommt darauf an, eine feste und sichere, dauernde Strafse über den Flufs herzustellen; und dies geschieht mit geringeren Öffnungen sicherer und dauernder, als mit weiten.

Die Hängebrücken haben also in keinem Betrachte, da wo sich ruhende Brücken ohne *grofse* Schwierigkeiten an ihre Stelle setzen lassen, vor denselben den Vorzug, sondern stehen ihnen in solchen Fällen entschieden nach.

Gegenseits wolle man nicht schliefsen, dafs die Hängebrücken nirgends zu gestatten wären, und gar keinen Nutzen hätten. Sie sind da, wo sich andere feste Brücken nicht anders als mit unverhältnifsmäfsigen Schwierigkeiten bauen lassen, oder wo es fast unmöglich ist, sie herzustellen, ein sinnreiches und treffliches, ja im letztern Falle unschätzbares Aushülfsmittel. Da möge man sie bauen, aber auch nur da.

Anm. d. Herausg.

21.

Bericht der Herren Prony, Fresnel und Navier, als Commissarien, über das von Herrn Urbin-Sartoris der Academie der Wissenschaften (zu Paris) vorgelegte neue System von Verdämmungen und Schützungen zur Erleichterung der Fluſs-Schiffahrt.

(Aus dem *Journal du genie civil,* 2ter Band S. 147. December 1828.)
(Mit einer zusätzlichen Bemerkung des Herausgebers.)

Der Schiffahrts-Canal-Bau, der sich bei den civilisirten Nationen Europa's und Amerika's täglich mehr vervollkommnet, hat schon sehr wesentlichen Nutzen gestiftet und wird noch mehr stiften. Canäle sind nothwendig, um in getrennten Betten flieſsende Ströme schiffbar zu vereinigen. Zuweilen auch läſst man Canäle die Stelle von Strömen selbst vertreten, auf welchen die Schiffahrt zu gefährlich ist; man setzt dadurch an die Stelle eines zu raschen und unsichern Wasserlaufes eine Reihe ruhiger Bassins, worauf die Waaren mit gleicher Leichtigkeit hinauf und hinunter geführt werden können. Die Binnen-Schiffahrt fängt mit den Strömen an; dann geht sie auf Canäle über, welche theils die Flüsse mit einander verbinden, theils sie verlängern oder ersetzen. Man hat sogar behauptet, daſs die Fluſs-Schiffahrt gänzlich zu vermeiden sei, und daſs die Flüsse nur dazu dienen müſsten, die Canäle mit Wasser zu speisen. Doch scheint dieser von dem Ingenieur Brinkley aufgestellte Grundsatz übertrieben zu sein, wenn nicht gar unrichtig.

Der Vortheil eines Canals besteht in der Beständigkeit und Regelmäſsigkeit der Schiffahrt auf demselben. Man findet hier beständig dieselbe Breite, dieselbe Tiefe und dieselbe Ruhe des Wassers; aber diese Vortheile werden gewöhnlich nur mit ungeheuerem Kosten-Aufwande erkauft. Die Zölle, welche man auflegen muſs, um die Zinsen der Baukosten zu dekken, übersteigen gewöhnlich das Fünffache der Schiffsmiethe und der Kosten des Schiffziehens. Dadurch steigen die Transportkosten auf Canälen in

der Regel von einem Drittheil bis auf die Hälfte der Landfracht, welches die natürlichen Vortheile der Schiffahrt wieder bedeutend vermindert.

Die Schiffahrt auf den Strömen und Flüssen Europa's ist im Allgemeinen sehr unvollkommen. Das geringste Hindernifs ist noch die Gewalt des Stromes; denn während sie die Bewegung der Schiffe in der einen Richtung hindert, fördert sie sie in der andern. Der Wassermangel in den Sommer-Monaten, die plötzlichen Anschwellungen, die Überschwemmungen im Winter oder im Frühling, und die Eisgänge sind gröfsere Hindernisse. Indessen ist in einem Flusse das Bett und das Wasser einmal da, und man hat nicht zu fürchten, dafs es sich verlieren werde. Auch ist das Bett der Flüsse meistens viel breiter als das der Canäle, welche sich auf das Nothwendigste beschränken, was besonders jetzt wichtig ist, für die Dampfschiffe, welche die Canäle wegen ihrer zu geringen Breite nicht befahren können. Die Wasserbaukunst würde daher der bürgerlichen Gesellschaft einen grofsen Dienst erweisen, wenn sie die natürlichen Vortheile des Laufes der Flüsse benutzend, Mittel an die Hand gäbe, ohne zu grofse Kosten den Hindernissen derselben abzuhelfen.

Die Aufgabe hat bedeutende Schwierigkeiten, vorzüglich wegen der grofsen Veränderlichkeit der Wassermenge der Flüsse in den verschiedenen Jahreszeiten. Im Sommer und im Herbst ist die Wassertiefe unzureichend; man mufs die Fahrzeuge erleichtern oder die Schiffahrt gänzlich einstellen; gegen den Winter tritt das Wasser plötzlich über, überschwemmt die Leinpfade und das Stromgebiet, macht die Bergfahrt unmöglich und die Thalfahrt gefährlich. Zuweilen verändern die Fluthen die Richtungen der Ströme und verschütten sie. Sind sie vorüber, so mufs man das Flufsbett von neuem untersuchen und durch Zeichen die Hindernisse sichtbar machen, vor welchen sich die Schiffe zu hüten haben. So hat der Flufs bald zu viel, bald zu wenig Wasser; die Aufgabe ist, das Wasser zurückzuhalten, wenn es fehlt, und die nöthige Tiefe zu schaffen und es ungehindert wegzufördern, wenn es in Überflufs herbeiströmt. Soll aber die Geschwindigkeit vermindert werden, ohne Überschwemmungen zu veranlassen, so müssen die dazu bestimmten Bauwerke den Fluthen und dem Stofse des Eises widerstehen können.

Lange Zeit kannte man dazu keine andere Mittel als Verdämmungen. Quer durch das Flufsbett legte man Dämme, welche das Wasser aufstauten und die Tiefe oberhalb vermehrten. Der Strom wurde durch eine

enge Öffnung in dem Damm, durch welche die Kähne fahren, gedrängt; aber wegen der grofsen Geschwindigkeit in der Öffnung war das Hinunterfahren gefährlich und das Hinauffahren sehr schwer, auch ging durch den fortwährenden Wasserlauf viel Wasser verloren. Dem letztern Übelstande suchte man abzuhelfen, indem man die Öffnung durch Schütthölzer versperrte, die horizontal über einander quer vor die Öffnung gelegt wurden, und welche man wegnahm, wenn man das Wasser fliefsen und eine Reihe Schiffe durchfahren lassen wollte. Man hat auch versucht, die Schiffahrt dadurch zu erleichtern, dafs man in den Wehren bewegliche Schleusen anbrachte, d. h. Schleusen mit schwimmenden Kammern, welche das Gefälle der Wehre ausgleichen, welche aber verloren gehen würden, wenn das Wasser die Schiffahrt unterbricht, die Ufer überschwemmt und die Schleuse selbst unter Wasser setzt. Diese Mittel erfüllten die Bedingung noch nicht, die Schiffahrt selbst da zu erhalten, wo die Wassermenge des Flusses sehr veränderlich ist.

Man erhielt genügendere Resultate, als man Verdämmungen aus gemauerten Pfeilern oder aus Pfahlwerken machte. Könnten die Zwischenräume zwischen diesen Pfeilern oder Pfahlwerken durch Stemmthore geschlossen werden, so würde man das sicherste Mittel haben den Durchgang des Wassers nach Belieben zu hemmen oder zu gestatten; da aber die Thore gerade dann zu öffnen sind, wenn das Wasser oberhalb steigt, so sind sie schwer zu bewegen. Zuweilen hat man die Öffnungen der Verdämmung durch Schützen geschlossen, die aber nur langwierig und mühsam zu handhaben waren, und in Flüssen, welche sehr hoch anschwellen und Eis führen, kaum anwendbar sind. Besser noch sind horizontal liegende Schütthölzer, welche mit ihren Enden in Falzen der Mauer liegen. Diese Hölzer werden, wenn man die Öffnung verschliefsen will, eines nach dem andern, vermittelst Haken hinunter gestofsen. Das eine Ende wird gegen die Mauer gestemmt, das andere gegen einen senkrechten Pfahl, der sich um seine Achse drehen kann, und den eine Stütze festhält. Will man das Wasser abfliefsen lassen, so wird die Stütze weggenommen; der frei gewordene Pfahl dreht sich und läfst die Balken fahren, welche man vorher durch Ketten befestigt hat, um sie nicht zu verlieren. Auf ähnliche Art bedient man sich schmaler verticaler Schützen, welche sich unten gegen eine horizontal quer über die Öffnung befestigtes Stück Holz stemmen. Diese Vorrichtungen gestatten den Fluthen schnel-

len Abfluſs, was eine sehr wesentliche Bedingung ist, und verhindern sehr die Beschädigungen durch dieselben und durch die Eisgänge. Aber das Verfahren bei der Verdämmung ist sehr langwierig, und durch den unvollkommenen Verschluſs geht viel Wasser verloren. Übrigens muſs natürlich mit einer solchen Verdämmung immer eine Schleuse mit beweglichen Kammern verbunden werden, um die Schiffe, selbst bei dem gröſsten Gefälle, sicher und bequem durchzulassen.

Hierauf beschränken sich meistens die bisherigen Hülfsmittel. Das neue von dem Herrn Sartoris vorgeschlagene Verdämmungs-System hat eine Vervollkommnung zur Absicht, deren Nutzen nicht bestritten werden kann.

Nach diesem System baut man in einer auf den Stromstrich senkrechten Richtung zwei Dämme oder Überfälle, jeden ungefähr halb so lang als das Fluſsbett breit ist. Der eine Damm ist mit dem rechten, der andere mit dem linken Ufer verbunden. Der eine befindet sich in einiger Entfernung unterhalb des andern, so daſs zwischen den beiden Enden oder Köpfen der Dämme eine mit dem Stromstrich parallele Öffnung bleibt, deren Weite man nach der Gröſse des Flusses und der durchzulassenden Wassermenge abmiſst. Die Krone der Dämme wird so hoch gelegt, als man das Wasser für die Schiffahrt haben will. Folglich wird das Wasser bis auf diese Höhe gespannt werden, wenn man die Öffnung schlieſst, selbst wenn es nur spärlich zuflösse. Ist dagegen die Öffnung offen, so finden die gröſsten Fluthen, ohne sehr hoch über die Dämme zu treten, und folglich ohne so hoch zu steigen, daſs sie die benachbarten Felder überschwemmen, hinreichenden Abfluſs. Das theilweise oder gänzliche Öffnen und Verschlieſsen der Durchfahrt geschieht auf folgende Weise.

Nach der Länge der Öffnung zwischen die Köpfe der beiden Dämme werden mehrere verstrebte Ständer gesetzt. Am Fuſse derselben befindet sich ein horizontaler Boden in der Höhe des niedrigsten Wassers. Ein Schiffschütz (*bateau-vanne*), so lang als die Öffnung breit, stemmt sich gegen die Ständer. Dieses Schiff bildet eine Art schwimmenden Schützes, welches vom Wasser getragen wird, und dessen Gewicht man vergröſsern oder verkleinern kann, indem man Wasser hinein läſst oder herausschafft. Ist das Schiffschütz bis unter den Schleusenboden gesenkt, so hemmt es den Ausfluſs des Wassers gänzlich. Steigt das Wasser oberhalb, so nimmt der Druck des Wassers von unten nach oben gegen den Boden des Schiffs

zu, und strebt dasselbe zu heben. Indem das Schiff dieser Wirkung nachgiebt, öffnet es dem Wasser einen Durchfluſs zwischen seiner untern Fläche und dem Fachbaum der Schleuse. Je höher das Wasser anschwillt, desto mehr hebt sich das Schiff, und desto gröſser wird die Ausfluſs-Öffnung. Fällt dagegen der Wasserspiegel, so sinkt auch das Schiff und die Öffnung wird kleiner. Die Vorrichtung ist also eine Art von Compensator, durch welchen sich das Wasser von selbst denjenigen Abfluſs verschafft der mit seinem Volumen in Verhältniſs steht.

Die verticale auf- und niedergehende Bewegung des Schiffs kann durch Frictions-Rollen an den Ständern, gegen welche es vom Wasser gedrückt wird, erleichtert werden. Auch läſst sich leicht die Bewegung durch Ein- und Auslassen von Wasser reguliren, indem man nemlich das durch das Hinderniſs des Abflusses erzeugte Gefälle benutzend, nur eine Öffnung oberhalb zum Eintritt und eine andere unterhalb zum Ausfluſs des Wassers anbringen darf. Auch wird diese Regulirung noch durch die vom Verfasser vorgeschlagene Anordnung eines doppelten Schiffsboden erleichtert. Der Raum zwischen den beiden Böden ist für die veränderliche Wassermasse bestimmt, durch welche sich die Belastung nach Erforderniſs abmessen läſst. Wäre es nothwendig, das Wasser im Schiffe bis über das Oberwasser zu erheben oder bis unter das Unterwasser zu senken, so kann man sich dazu einer Pumpe bedienen. Belastet man daher das Schiff nach dem gehörigen Maaſs, indem man das nöthige Wasser hinein oder heraus läſst, so kann man die Höhe der Durchfluſs-Öffnung unter dem Boden des Schiffes so regeln, daſs die Öffnung mit der Menge des herbeiströmenden Wassers verhältniſsmäſsig zu- oder abnimmt, so daſs also der Druck des den Ausfluſs hervorbringenden Wassers, oder die Höhe des Oberwassers nur innerhalb sehr enger Grenzen sich verändert, und immer das Maaſs behält, welches für die Schiffahrt bequem ist.

Während der Fluth im Winter und beim Eisgange ist alle Schiffahrt unterbrochen, und das Schiffschütz muſs weggenommen werden, um dem Wasser und den Eisschollen Durchgang zu gestatten. Zu dem Ende bringt man in dem Deich oder Wehr, unterhalb, in der Richtung der Mittellinie der Schiffe, zwischen zwei gemauerten Pfeilern eine Öffnung an, welche beständig durch Schüttbalken verschlossen ist. Soll nun die Schiffahrt aufhören, so nimmt man die Schüttbalken weg, läſst das Schiffschütz parallel mit seiner Axe quer durch die Öffnung gehen, und verschlieſst sie

wieder. Hier wird dann das Schiffschütz durch Pfeiler und Schüttbalken geschützt, und kann den Winter über sicher dahinter zu bringen. Im Frühling öffnet man die Schüttbalken wieder und bringt das Schiff an seine vorige Stelle. Oberhalb wird übrigens das Schiffschütz durch eine Verpfählung gegen das Eis und andere schwimmende Körper gesichert. Der Gebrauch der Schütt-Balken wird also zwar nicht gänzlich entbehrlich gemacht, allein die Bewegung derselben kommt nur ein Mal im Jahre vor, und nur vor einer Öffnung die so breit ist als das Schiffschütz, während sie bei den gewöhnlichen Verdämmungen in der ganzen Breite des Flusses und bei jeder Fluth nöthig ist.

Um das neue Verdämmungs-System zu würdigen, ist zuerst die Frage, ob man mit Sicherheit auf das Spiel des schwimmenden Schützes werde rechnen können, d. h. ob das Wasser stets auf den Boden des Schiffes stark genug drücken wird, um es schwimmend zu erhalten, so dafs das Gewicht nur ein wenig verändert werden darf, um es auf die gehörige Höhe zu bringen. Man kann sich den Flufs oberhalb der Öffnung als ein Gefäfs vorstellen, welchem das Wasser zu entströmen trachtet. Auf dem Boden des Gefäfses macht der Fachbaum die untere Seite einer langen rechteckigen und horizontalen Öffnung aus. Der Boden des Schiffes ist eine horizontale Ebene, und die hintere Schwelle dieses Bodens bildet die obern Seiten der Öffnung. Das Wasser erhebt sich gegen die verticale, gegen den Strom gekehrte Seite des Schiffes, und meistens wird seine stromabwärts gekehrte verticale Wand ganz oder doch beinahe frei sein. Die Bewegung des Wassers in einer so complicirten Vorrichtung läfst sich nun zwar nicht mit Sicherheit im Voraus bestimmen. Aber näherungsweise läfst sich ohne grofsen Irrthum der Druck des Wassers auf den Boden des Schiffes schätzen. Die Berechnung ist von einem der Commissare, dem Herrn von Prony, der für die Brücken und Chaussée-Bau-Administration die von Herrn Sartoris vorgeschlagene Vorrichtung zu prüfen hatte, angestellt worden, und es hat sich ergeben, dafs für Dimensionen, wie sie in der Praxis vorkommen werden, die Bewegung des Schiffschützes ohne Schwierigkeit Statt finden dürfte.

Es ist zu bemerken, dafs das Wasser das Schiff nicht allein vertical auf- und nieder zu bewegen, sondern auch um eine horizontale, mit seiner Länge parallele Axe zu drehen streben wird. Auch diese Wirkung hat Herr von Prony untersucht. Man wird aber immer die Bewegung

hindern und das Schiff gegen die Pfähle gestemmt festhalten können, wenn man den Ballast gehörig vertheilt und allenfalls einen Theil desselben auf kleine Wagen legt, welche horizontal quer über das Schiff gefahren werden.

Eine andere Bemerkung ist, daſs der Druck gegen den Boden des Schiffes, der dasselbe schwimmend erhält, von der Wassertiefe unter dem Schiffe und oberhalb des Schleusenbodens bis zum Unterwasser abhängt. Dieser Schleusenboden, dessen Fachbaum, wie oben gesagt, die untere Seite der Ausfluſs-Öffnung bildet, muſs sich senkrecht über den Boden des Flusses erheben, und die Öffnung muſs hier plötzlich verengt sein. Läge nemlich das Terrain oberhalb der Öffnung mit dem Schleusenboden gleich hoch, so würde das Wasser zwischen zwei horizontalen und parallelen Ebenen, dem Grunde des Flusses und dem Boden des Schiffes, flieſsen. Diese Art des Ausflusses würde dem durch sogenannte Ansatz-Röhren ähnlich sein, und bekanntlich übt das ausflieſsende Wasser keinen, oder beinahe keinen Druck gegen die Wände solcher Röhren aus; es findet sogar zuweilen ein negativer Druck Statt. Es würde also in einem solchen Falle das Schiffschütz von dem Wasser nicht getragen werden. Man müſste die Gestalt des Schiffbodens ändern, was Schwierigkeiten haben könnte, die vielleicht nicht immer zu beseitigen wären. Glücklicherweise braucht man, zufolge der Beobachtungen der Wirkungen der Strömung in Flüssen und der Anschwemmungen, wegen dieser Schwierigkeiten nicht sehr besorgt zu sein. Im Gegentheil ist es wahrscheinlich, daſs wenn die Schwellen der Verdämmung einmal auf die gehörige Höhe über den Grund des Flusses gelegt ist, der Boden sich beständig in seiner ursprünglichen Höhe erhalten und seine Lage nicht ändern werde, so daſs die Öffnung die richtige Gestalt behalten wird, oder daſs man sie doch durch wenig kostspielige Mittel werde erhalten können.

Das neue, von Herrn Sartoris vorgeschlagene Verdämmungs-System erinnert natürlich an verschiedene andere Vorrichtungen, mit welchen es einige Ähnlichkeit hat. Dahin gehören z. B. die schwimmenden Thore, oder Schiffs-Thore zum Verschluſs der Eingänge der Schiffsdocken; ferner gewisse Klappthore oder Schützen, welche sich um eine horizontale Axe drehen, so daſs sie geschlossen bleiben, so lange das Wasser nicht eine gewisse Höhe übersteigt, und von selbst sich öffnen und das Wasser durchlassen, sobald es höher steigt. Man hat seit lange Schwimmer zum

Öffnen der Schützen vorgeschlagen, welche sich auch so einrichten lassen, dafs sie die Schützen in dem Verhältnifs wie das Wasser steigt, mehr heben, um dasjenige Wasser abfliefsen zu lassen, welches die Schützen zu hoch heben würde. Aber das gegenwärtige Verdämmungs-System ist seiner Ausdehnung und Einrichtung nach ganz davon verschieden.

Die Vorrichtungen, deren man sich bis jetzt mit Erfolg bedient hat, um das Wasser in Canälen und Behältern oder in Hafen-Bassins zu reguliren, oder den Fahrzeugen auf dem Meere oder auf Canälen den Durchgang zu verschaffen, haben alle ein gewisses Gepräge von Festigkeit in der Construction, und von Einfachheit in der Behandlungsweise, welches ihnen ohne Zweifel den Erfolg sichert. Das von Herrn Sartoris aufgestellte Verdämmungs-Sytem scheint eben so fest und dauerhaft zu sein und eben so einfach und leicht behandelt werden zu können, als die erwähnten Vorrichtungen. Indessen sind erst Erfahrungen nöthig, um über den Gegenstand richtig zu urtheilen, und es bedarf einer längern Ausübung, um mit Zuverlässigkeit entscheiden zu können, ob die Erfindung aufgegeben werden müsse, wie es schon mit so vielen der Fall gewesen, oder ob sie mit zu jenen schätzbaren Erwerbungen zu zählen sei, welche zu einem Element der Civilisation sich zu erheben und zum allgemeinen Wohlstande beizutragen geeignet sind.

Beschlufs. Die Commissarien sind der Meinung, dafs, so weit sich ohne Erfahrung über den Gegenstand urtheilen lasse, und mit Vorbehalt dessen was Zeit und Ausübung lehren werden, das neue von Herrn Sartoris vorgelegte Verdämmungs- und Schützungs-System die Genehmigung der Academie verdiene, und dafs zu wünschen sei, es möchten Versuche damit gemacht werden.

Zusätzliche Bemerkung des Herausgebers.

Der Herausgeber dieses Journals hat vor etwa 6 Jahren ebenfalls die Idee von Schiffschützen gehabt, die im Wesentlichen mit der des Herrn Urbin-Sartoris übereinkam, aber doch in anderer Rücksicht davon verschieden war. Abgeschreckt durch die Schwierigkeit, Vorschläge zu etwas Neuem, blofs durch ihren Nutzen, annehmlich und geltend zu machen, hat er die Idee, mit andern, in seinen Papieren zurückgelegt. Der gegenwärtige Bericht so einsichtiger und berühmter Männer, als die

Herren von **Prony, Fresnel** und **Navier**, über den Vorschlag des Herrn **Urbin-Sartoris**, bewegt ihn, seine Idee wenigstens zu erzählen.

Gesetzt ein Flufs sei zu reifsend und zu seicht für die Schiffahrt, so wird man ihn schiffbarer machen, wenn man ihn an schicklichen Stellen anspannt und das Gefälle auf diese Stellen concentrirt. Zu einer solchen Anspannung gehört immer ein Wehr und eine Schiffsschleuse, letztere in einem kurzen Canale, neben dem Wehr. Die Bedingung ist aber meistens, dafs das Wehr den Abflufs der **Fluthen** durchaus nicht hemmen und sie nicht über die Ufer treiben darf; und darin liegt die Schwierigkeit; denn ein Überfallwehr spannt immer den Flufs mehr oder weniger an, auch bei Fluthen; und ein Wehr mit Grundschützen kann meistens des Eisganges wegen nicht Statt finden; auch ist die Handhabung der Grundschützen schwierig und unsicher. Die Aufgabe scheint nun durch die Schiffschützen gelöset werden zu können, und der Herausgeber hat sich die Anordnung ungefähr auf folgende Weise gedacht.

Man baue ein gewöhnliches Wehr, von Holz oder Stein, so breit als der Flufs, lege aber den Fachbaum **bis auf den Boden des Flusses hinunter**, also so tief, dafs es für die Fluthen ganz gleichgültig ist, ob das Wehr da sei oder nicht. Den Vorheerd des Wehres lege man noch einen halben bis einen ganzen Fufs tiefer als den Fachbaum, der über den **Abfluther** nicht vorsteht. Gegen den vorstehenden Fachbaum lasse man nun Schiffschützen sich stemmen, die etwas weniger hoch sind, als der höchste Wasserspiegel, der ohne Nachtheil statt finden darf, über dem Fachbaum liegt, und die, nach den Umständen, 10 bis 15 Fufs in der Grundfläche lang und breit sein können, jedoch nie breiter als die gröfsten Schiffe, die durch die Schleuse gehen. Wäre der Flufs z. B. 120 Fufs breit, so würden 8 bis 10 solcher Schiffschützen neben einander nöthig sein. Die Schiffschützen bekommen, aufser festen Böden und Seitenwänden, auch eine wasserdichte Decke, und sind also ganz verschlossene, wasserdichte, parallelepipedische Kästen. Mehrere Fufs hoch über der Decke befindet sich noch eine Brücke, die den Strom wenig versperrt, und in jedem Kasten eine oder einige Pumpen, die von der Brücke aus in Bewegung gesetzt werden können. Die Kästen werden inwendig so stark mit Gewichten (Steinen oder Eisen) belastet, dafs sie, wenn man aufserdem die Zwischenräume zwischen den Gewichten, etwa zur Hälfte voll Wasser laufen läfst, so eben ganz unter Wasser tau-

chen: daſs sie also, wenn man auch den Rest der Zwischenräume noch mit Wasser sich füllen läſst, mit einer Kraft, die dem Gewicht dieses letzten Wassers gleich ist, auf den Boden festgedrückt werden. Mit diesem Gewicht also werden sie auf den Vorheerd des Wehres niedergedrückt werden, und indem sie sich gegen den Fachbaum stemmen, den ganzen Querschnitt des Stroms, so hoch als ihre eigene Höhe ist, versperren. Besorgt man, daſs der Vorheerd bis zur Höhe des Fachbaums werde versandet werden (höher ist es nicht wohl möglich), so dürfen nur die Schiffschützen, an der vordern Seite, unten vorstehende eiserne Spitzen haben, welche vor dem Fachbaum, durch das Übergewicht, in den Sand werden eingetrieben werden. Die Schiffe werden allerdings den Fluſs nicht dicht versperren; allein dieses ist auch nicht nöthig: sie werden ihn immer so dicht verschlieſsen, daſs das zwischen ihnen und etwa zwischen ihrem Boden und dem Fachbaume durchdringende Wasser gegen den kleinsten Wasser-Erguſs des Flusses nicht bedeutend ist. Es ist auch nicht nöthig, daſs sie in ihrer ganzen Länge scharf gegen einander liegen, wodurch sie eingeklemmt werden könnten; sondern nur vorn am Fachbaum müssen sie leidlich dicht zusammenstoſsen. Da alsdann das Wasser, welches sie noch etwa zwischen den Fugen durchlassen, viel geringer sein wird als der kleinste Wasser-Erguſs des Flusses, so werden sie den Fluſs zunächst so hoch anspannen als ihre eigene Höhe beträgt, und bald wird das Wasser über sie hinstürzen und sie werden zusammen ein gewöhnliches Überfallwehr bilden. Ihre Höhe muſs nun so abgemessen sein, daſs der angespannte Wasserspiegel, beim gewöhnlichen Wasser-Erguſs, nicht die erlaubte höchste Höhe übersteigt. Die oben erwähnten Brücken auf den Schiffen müssen so hoch sein, daſs sie über dem überstürzenden Wasser bleiben. Die Schleuse neben dem Wehr kann jetzt ihre Dienste verrichten. Schwillt nun der Fluſs höher an, so schafft man der Fluth Raum, wenn man ein oder mehrere Schiffe wegschwimmen läſst, und dieses geschieht sehr leicht, wenn man mittelst der Pumpen Wasser aushebt. Sie werden alsbald aufschwimmen, werden nicht mehr gegen den Fachbaum sich stemmen und vom Drucke des Wassers heftig über den Abfluter in das Unterwasser getrieben werden. Um sie wieder an ihre Stelle zu bringen, führt man sie, gleich anderen Schiffen, durch die Schleuse, in das Ober-Wasser. Vor dem Winter, also vor dem Eisgange, werden alle Schiffschützen weggeschwemmt, und der Fluſs ist dann ganz

frei. Schutz für den Winter werden sie im Schleusen-Canal, und zwar oberhalb der Schleuse finden, die sie noch schützen helfen können. Bei der Wieder-Anspannung des Flusses wird es keine Schwierigkeit haben, die ersten Schiffschützen an den Seiten niederzusenken; nur die letzten werden schwer zu senken sein, wegen der Heftigkeit des Stromes; aber da man mittelst der Pumpen die Kraft, welche sie auf den Boden drückt, ganz in der Gewalt hat, so wird auch der letzte Verschlufs, mit einiger Geschicklichkeit, recht gut möglich sein.

Man sieht, dafs diese Idee in dem wesentlichen Hauptpuncte, der Schiffschützen nemlich, mit der des Herrn Urbin-Sartoris übereinkommt, aufserdem aber in vielen anderen Rücksichten wesentlich davon verschieden ist.

Gewifs wäre es gut, wenn der Wunsch der Herren v. Prony, Fresnel und Navier, Versuche mit den Schiffsschützen angestellt zu sehen, irgendwo erfüllt würde.

22.

Bemerkungen über die Dauer und Festigkeit des in England erfundenen sogenannten Roman-Cement. Nebst Nachrichten von einigen andern Cementen.

(Von dem Herrn Baurath *Krahmer* zu Berlin.)

Bei meinem Aufenthalt in England, vor mehreren Jahren, nahm ich, besonders in London und Oxford, die Gelegenheit wahr, mir von dem dort allgemein bekannten sogenannten Roman-Cement nähere Kenntnifs zu verschaffen. Ich erstattete der Behörde darüber einen Bericht, so wie auch über andere in London ebenfalls sehr geschätzte Cemente, z. B. über den unter dem Namen Hamelins-Mastic bekannten Cement u. s. w., und fügte dem Berichte Proben in Fässern von den Cementen zu Versuchen bei.

Ich habe meiner Seits seit jener Zeit verschiedentlich Gelegenheit gehabt, den Roman-Cement anzuwenden, und stets den besten Erfolg davon gefunden, besonders wenn ich mich desselben als Putz, auf verstocktem, oder sonst der Feuchtigkeit fortwährend, oder auch nur eine Zeitlang ausgesetztem Mauerwerk bediente. Ich hatte dazu zum Beispiel bei den verschiedenen Bauen Gelegenheit, die ich auf dem Landsitze des Banquier Herrn Schickler, nahe bei Berlin, vor mehreren Jahren leitete.

Ich liefs dort unter andern an den Seitenwänden einer vor dem Wohnhause befindlichen Rampe, von welcher seit längerer Zeit der Kalkputz des verstockten Mauerwerks jährlich abgefallen war, den Putz durch einen Anwurf von Cement herstellen, welcher noch bis jetzt fest wie der härteste Stein auf demselben haftet, und nirgend gelitten hat.

Zwischen der Rampe und dem Wohnhause befinden sich auf beiden Seiten etwa 5 Fufs breite Gänge, welche vor Zeiten mit Klinkern auf die hohe Kante gepflastert, aber durch den Regen, besonders vom Dache, so ausgespühlt waren, dafs die Fugen zwischen den Steinen offen

und die Steine verwittert waren. Ich liefs über dieses Steinpflaster eine Decke von Cement legen, welche nun schon über 4 Jahre unversehrt geblieben und einer Bekleidung von Sandsteinen ähnlich ist, die aber dem Regen eben so ausgesetzt wie diese Cement-Bekleidung es gewesen, sich gewifs nicht so gut gehalten haben würde.

Da der Schwamm sich in der Keller-Etage eines der Wohngebäude des Herrn Schickler gezeigt hatte, so liefs ich aus mehreren Zimmern derselben die hölzernen Fufsböden herausnehmen, und statt derselben Pflaster von Rathenauer Ziegeln auf die flache Seite, $\frac{3}{4}$ Zoll hoch mit Cement bedeckt, machen. Auf diese Weise ist ein sehr ebener, im Winter nicht kalter und nicht feuchter Fufsboden hergestellt worden, der noch aufserdem den Vortheil hat, dafs er nicht leicht ausgetreten wird, wie es bei den mit Ziegeln und Sandsteinen bedeckten Fufsböden gewöhnlich der Fall ist.

Eine am Spree-Flusse im Garten des Herrn Schickler befindliche Schälung aus Ziegeln wollte ich gegen die Wirkung des Wassers schützen. Durch einen gewöhnlichen Kalk-Abputz wäre solches, wegen des wechselnden Wasserstandes, nicht möglich gewesen. Da nun aber zur vollständigen Bekleidung mit Cement die dazu erforderliche Quantität nicht mehr vorräthig war, so liefs ich nur die Fugen zwischen den Steinen tief öffnen, mit Cement füllen und mit den Steinen abgleichen. Diese Ausfüllung hat gleichwohl seit jener Zeit gar' nicht, und die Steine haben nur unbedeutend durch die Wirkung des Wassers und der Witterung gelitten.

Aufser diesen Erfahrungen mit dem Cement habe ich mit demselben noch verschiedene andere dergleichen in meiner Baupraxis gemacht. Überall haben die Resultate den besten Erfolg gehabt.

Zur Anwendung mengt man den Cement am besten und wohlfeilsten zur Hälfte mit scharfem, aber rein gesiebtem kleinkörnigem Müggelsande; und ich lasse zur näheren Übersicht eine Beschreibung der verschiedenen Mischungen des Cements folgen, deren ich mich bei den erwähnten, auf der Schicklerschen Besitzung ausgeführten Putz- und anderen Arbeiten bedient, und durch welche ich ermittelt habe, dafs die Kosten für den Quadratfufs Putz oder Bedeckung, welcher der Haltbarkeit wegen nicht weniger als $\frac{3}{4}$ Zoll dick sein darf, bei einer Mischung des Cements zur Hälfte mit Sand auf $2\frac{3}{4}$ Silbergroschen zu stehen kommen, wenn die Tonne Cement $3\frac{3}{4}$ Centner schwer, mit 15 Thaler zur Stelle bezahlt wird.

Die auf dem Landsitze des Herrn Schickler ausgeführten Arbeiten, wobei der Roman-Cement angewandt worden, sind folgende:

Benennung der Arbeiten.	Flächen-Inhalt in Preufs. Fufsen: Quadrat-Fufs.	Hierzu ist an reinem Cement nach dem Gewicht verbraucht: Pfund.
Am Hauptgebäude.		
Ein Stück Mauer an der Rampe zur linken Seite des Treppen-Aufsganges ist mit reinem Cement $\frac{3}{4}$ Zoll stark geputzt worden	$21\frac{1}{4}$	105
Ein gleiches Stück Mauer auf der rechten Seite ist halb mit Cement und halb mit Sand $\frac{3}{4}$ Zoll stark geputzt	$21\frac{1}{4}$	79
Der Gang zur rechten Seite der Treppe, zwischen dem Hause und der Rampe, ist wie oben bemerkt mit Klinkern auf die hohe Kante gepflastert worden; die Fugen sind $\frac{1}{2}$ Zoll tief mit Cement ausgefüllt und es ist eine $\frac{1}{2}$ Zoll starke Decke auf die Steine gelegt, und zwar:		
ein Theil mit reinem Cement . . $17\frac{7}{12}$ □Fufs,		
ein Theil mit $\frac{2}{3}$ Cement, $\frac{1}{3}$ Sand . $4\frac{7}{12}$ -		
ein Theil mit $\frac{1}{2}$ Cement, $\frac{1}{2}$ Sand . $86\frac{1}{2}$ -		
der Gang auf der linken Seite der Treppe ist $\frac{1}{2}$ Zoll dick geputzt mit einer Masse, die halb aus Cement und halb aus Sand bestand . . $108\frac{2}{3}$ -		
Überhaupt	$217\frac{1}{3}$	497
An einen Theile der von Ziegeln aufgeführten Schälung an der Spree, 28 Fufs lang, $4\frac{1}{2}$ Fufs hoch, sind die Fugen $\frac{3}{4}$ Zoll tief mit Cement, zur Hälfte mit Sand gemischt, ausgeworfen und verstrichen worden	126	75

Es sollen nun einige nähere Nachrichten und Bemerkungen über den Gebrauch der in England unter dem Namen Roman-Cement und Hamelin's Mastic bekannten Cemente, so wie über den zu Paris gebräuchlichen Dihlsschen Mastic folgen.

Roman-Cement.

Dieser seit mehreren Jahren in England, besonders aber in London bekannte Cement erhielt seinen Namen wegen der ihm eigenen vorzüglichen Bindungsfähigkeit, welche der des Cements gleich geschätzt wird, dessen sich die Römer bei ihren Bauwerken und zu andern Zwecken mit Nutzen bedienten.

Er gleicht, in dem Zustande wie er verbraucht wird, einem feinkörnigen, weich anzufühlenden, pulverartigen Sande von hellbräunlicher Farbe. Seine Zusammensetzung wird von den Verfertigern geheim gehalten, wenigstens nicht sogleich einem Fremden mitgetheilt: jedoch würden durch chemische Untersuchung die Bestandtheile leicht auszumitteln sein, und dann die Masse ohne grofse Schwierigkeiten verfertigt werden können.

Die Eigenschaft, die diesen Cement zum Bauen und zu ähnlichen Zwecken empfiehlt, und weshalb er in England so häufig gebraucht wird, ist hauptsächlich, dafs er, entweder unvermischt, oder mit scharfem Sande gemengt, und mit gewöhnlichem kalten Wasser angefeuchtet, in etwa 10 bis 15 Minuten erhärtet, und in weniger als 60 Minuten so hart als ein Stein wird, und in diesem Zustande alsdann keine Feuchtigkeit mehr durchdringen läfst.

Aus diesem Grunde bedient man sich desselben zu Fundamenten neuer Gebäude, so wie zu Mauerwerk, welches der Feuchtigkeit anhaltend ausgesetzt ist, mit Nutzen; ferner zur Bekleidung nicht blofs neuen, sondern auch alten Mauerwerks, dem er das Ansehen giebt, als sei es aus Sandstein aufgeführt, während er das Durchdringen der im Innern von dergleichen Mauerwerk oft vorhandenen Feuchtigkeit verhindert, und vermöge seiner Adhäsionskraft sich nicht von demselben trennt.

Als Surrogat des Sandsteins wird er, in Formen gegossen, zu Verzierungen der Gesimse, Statuen u. s. w. gebraucht, und widersteht auch hier der Einwirkung jeder Witterung; desgleichen kann man daraus völlig dichte Wasserbehältnisse formen und ihn zu andern ähnlichen Zwecken benutzen.

Soll dieser Cement als Verbindungsmaterial von Mauern, oder zur Bedeckung derselben dienen, so wird er zur Hälfte mit einem feinkörnigen, scharfen (dem hiesigen feinen Müggelsande ähnlichen) Sande vermischt und mit der nöthigen Quantität Wasser angefeuchtet.

Da er die Eigenschaft hat, sehr schnell zu erhärten, so darf die Masse nur nach und nach und in kleinen Quantitäten, wie sie verbraucht wird, zubereitet werden. Hierin wird in Berlin, wo man jetzt immer häufiger dieses Cements sich bedient, gröfstentheils gefehlt, wovon ich mich oft überzeugt und gesehen habe, dafs Cement, der in den Mulden schon erhärtet war, von Neuem angefeuchtet und verarbeitet wurde.

Die Vermischung des Sandes mit dem Cement und dem Wasser mufs sehr sorgfältig geschehen, damit die verschiedenen Bestandtheile sich auf das Gleichförmigste vereinigen. Es geschieht in England gewöhnlich mittelst einer eisernen, länglichen, an beiden Seiten etwas abgerundeten Mauerkelle, ähnlich denen, deren sich hier die Böhmischen Dachdecker zum Einlegen der Dachziegel in Mörtel bedienen.

Die Fähigkeit des auf solche Art gut zubereiteten Mörtels, ein wirksames Verbindungs-Material zu geben, habe ich unter andern an mehreren 8 Fufs hohen, 10 Fufs langen Scheidewänden gesehen, welche in einem dem Herrn Charles Francis zu London zugehörigen Gartenhause, aus gebrannten Ziegeln, nur ungefähr 3 Zoll dick, mit diesem Mörtel aufgeführt waren, und ohne Abputz ein so vollkommnes Ganze bildeten, als ob Sandsteinplatten aus einem Stücke hingestellt wären. Die einzelnen Steine müssen indessen in solchem Falle miteinander sorgfältig verbunden, und die Fugen zwischen und gegen die Steine sehr genau verstrichen werden.

Zur Bedeckung des rohen, jeder Witterung ausgesetzten Mauerwerks, fand ich diesen Cement ganz besonders bewährt an der Freitreppe eines Hauses, deren Stufen und Wangen von gebrannten Ziegeln aufgemauert waren. Die Bedeckung mit Cement war $\frac{3}{4}$ Zoll auf dem Mauerwerk dick, und gab dem Ganzen das Ansehen einer aus Sandstein verfertigten Treppe, an deren Stufen keine bedeutende Abnutzung zu bemerken war, obgleich die Treppe, nach der Versicherung des Besitzers, seit drei Jahren täglich und viel gebraucht wurde.

Nicht minder vortheilhaft fand ich die Eigenschaft dieses Cements, der Wirkung des Wassers zu widerstehen, an der Bekleidung eines Bades und eines kleinen Bassins, bei einem Springbrunnen, wo von der Wirkung des Wassers auf die inneren Wände keine Spuren zu bemerken waren, ungeachtet das Bad häufig benutzt worden sein, und der Brunnen täglich gesprungen haben soll. Das Wasser in dem Bassin sprang aus

einem in der Mitte desselben aufgerichteten Delphin, und sowohl dieser Delphin als einige ihn umgebende Verzierungen waren aus diesem Cement verfertigt und in völlig gutem Zustande.

Soll der Cement zu Verzierungen oder Figuren dienen, die in Formen von Gips gegossen oder aus freier Hand gebildet werden, so wird er nicht mit Sand gemischt, sondern nur so viel als nöthig mit Wasser angefeuchtet. Die nicht zu flüssige Masse wird, wie bei gewöhnlichen Gips-Abgüssen, in die Formen gegossen, und ist nach kurzer Zeit erhärtet, so dafs sie von der Gipsform befreit werden kann; sie mufs dann in einer nur mäfsigen Wärme trocknen, um nicht Risse zu bekommen.

Fortlaufende, unverzierte Glieder werden mit der Chablone gezogen; verzierte Glieder werden in Formen gegossen und stückweise, mittelst des pulverisirten angefeuchteten Cements angeheftet, eben so wie die aus Gips geformten verzierten Glieder.

Auf solche Weise sind, wie ich gesehen, mit diesem Cement die Restaurationen der Westmünster Kirche zu London, so wie derjenigen des New-College zu Oxford mit dem glücklichsten Erfolge ausgeführt und die künstlichsten Gothischen Verzierungen hergestellt worden.

Ich habe ferner in dem Garten des oben erwähnten Herrn Francis einen kleinen Pavillon im Gothischen Style mit mancherlei künstlichen Verzierungen und kleinen hervorragenden Köpfchen gesehen, der aus diesem Cement erbaut und in ganz gutem Zustande war, so wie mehrere 4 bis 5 Fufs hohe, unbedeckte, vollständig erhaltene Figuren, die aus freier Hand geformt waren. Diese Formung ist besonders merkwürdig wegen des schnellen Trocknen des Cements; ich bin von dem Verfahren Augenzeuge gewesen.

Der Hamelin's Mastic

ist ein dem Roman-Cement ähnlicher Cement. Ein Franzose Namens Hamelin hat ihn erfunden, und das Geheimnifs an den mehrmals erwähnten Herrn Charles Francis in London verkauft.

Dieser Mastic ist ein weiches feinkörniges Pulver von gelblicher Farbe, und wird zu ähnlichen Zwecken wie der Roman-Cement gebraucht, besitzt aber noch mehr Adhäsionskraft als dieser, und kann mit der Oberfläche jeder Stein-Art, so wie mit Eisen, Kupfer, Zinn, Blei, Holz und Glas so innig verbunden werden, dafs er sich davon nur gewaltsam, oder nur durch chemische Mittel trennen läfst.

Die Art, diesen Mastic zu verbrauchen, ist von der beim Roman-Cement darin verschieden, daſs zur Anfeuchtung statt des Wassers Leinöl genommen und kein Sand zugesetzt wird. Durch das Öl erhält der Mastic, in Verbindung mit seiner natürlichen Farbe, eine schöne gelbliche Steinfarbe, und er bedarf keines weitern Anstrichs, der beim Roman-Cement nothwendig ist.

Soll der Mastic zur Bekleidung eines von gebrannten Ziegeln aufgeführten Mauerwerks gebraucht werden, so geschieht es, wie ich an einem neu erbauten Hause in der New-Street zu London gesehen habe, auf folgende Weise. Auf einer geebneten Fläche wurde zu einer Quantität Mastic, die ungefähr einen Centner wiegen mochte, 4 Quart gereinigtes Leinöl gegossen, und um die Mischung innig und gleichförmig zu machen, die angefeuchtete Masse mit den Füſsen getreten; sodann wurde sie mit den schon beim Roman-Cement erwähnten Mauerkellen so lange durch einander gerieben, bis der Mastic sich mit dem Öle gleichförmig verbunden und dasselbe vollständig eingesogen hatte. Die auf solche Weise angefeuchtete Masse wurde nun in Mulden nach der Stelle, wo sie das Mauerwerk bedecken sollte, gebracht. Nachdem dasselbe, damit es die Masse besser annähme, erst mit einem Besen gereinigt, und dann mit gekochtem Leinöl mittelst eines Pinsels sorgfältig bestrichen und gleichsam getränkt war, wurde der Mörtel mit den oben erwähnten Mauerkellen aufgetragen; eine Fläche von ungefähr 10 Quadratfuſs wurde etwa $\frac{3}{8}$ Zoll dick mit der beschriebenen Quantität bedeckt. Die Anfangs nur etwas geebnete äuſsere Fläche wurde hierauf mit einem hölzernen Reibebrette (demjenigen, dessen sich unsere Maurer bedienen, ähnlich, aber an den Seiten gekrümmt) völlig glatt gerieben. Nach einer Stunde war der auf die beschriebene Weise aufgetragene Abputz erhärtet, und nach 3 Tagen vollständig getrocknet und so hart wie ein Stein geworden.

Will man den Mastic zu Verzierungen, oder zu verzierten Gesimsen, auf die Weise wie den Roman-Cement benutzen, so geschieht es folgendermaſsen. Der Mastic wird mit gereinigtem Leinöl angefeuchtet und als angefeuchtete Masse in eine Form von Gips, welche, um die innere Form zusammenzuhalten, mit einer Kapsel umgeben, und damit sie nicht ausweiche, zusammengebunden ist, behutsam, aber sehr fest eingedrückt. Nach Verlauf einiger Minuten kann die Kapsel losgebunden und die Gipsform auseinander genommen werden; die geformte Verzierung ist nun

zwar geformt, aber noch nicht vollständig getrocknet, welches nur in mäfsiger Wärme geschehen darf, und gewöhnlich in 3 Tagen vollständig erfolgt; alsdann kann sie aus der Form herausgenommen werden.

Der Dihlsche Mastic.

Derselbe ist vor mehr als 15 Jahren von einem gewissen Herrn Dihl, Inhaber einer Porzellan-Fabrik zu Paris, erfunden und hat sich als Verbindungs- und Bedeckungs-Material so zweckmäfsig erwiesen, dafs man in Paris völlig über seine Nutzbarkeit einverstanden ist.

Dieser Mastic, dessen Zusammensetzung Herr Dihl ebenfalls als ein Geheimnifs bewahrt, und der auch fast nur von ihm in Paris angewendet wird, besteht in einem feinkörnigen Pulver von gelblicher Farbe, dessen Hauptbestandtheil die zermalmte Thonmasse der bei uns bekannten Porzellan-Kapseln sein soll. Er wird ohne weitere Beimischung, anstatt mit Wasser, mit Öl angefeuchtet. Er hat gleiche Eigenschaften wie die in England bekannten Cemente und wird auch zu gleichen Zwecken, aber auf die Weise wie der Hamelins-Mastic benutzt, und ist in Paris, namentlich zur Instandsetzung der Bildhauer-Arbeiten an der Porte Saint-Denis, zur Bedeckung der Halle au blé und in dem Gewölbe der Kirche zu St. Denis, so wie an der Kathedrale Notre Dame, ferner zur Bedeckung der Altäre und Terrassen mehrerer Bürgerhäuser, mit Vortheil gebraucht worden, und hat die ihm zugeschriebenen Eigenschaften, der Luft zu widerstehen und das Durchdringen jeder Nässe zu verhindern, vollständig bewährt, wie ich mich durch den Augenschein überzeugt habe.

Seit einiger Zeit hat Herr Dihl die Benutzung seines Mastic noch dadurch erweitert, dafs er aus demselben Platten von 6 Fufs lang, 3 Fufs breit und 3 Linien dick verfertigt, welche elastisch sind und durch ein innerhalb angebrachtes Drathnetz die erforderliche Solidität bekommen, um auf Dächern die Metall-Bedeckungen zu ersetzen. Die Platten werden auf einer Unterlage von Stein oder Brettern mit einander durch Drathgeflechte verbunden, welche an die über die Seiten der Platten hervorstehenden Drathnetze befestigt werden. Die Vertiefungen werden mit Mastic ausgefüllt, und sind sie gehörig geebnet, so haben die verbundenen Platten das Ansehen einer aus einem Stücke bestehenden Fläche.

23.

Beitrag zu dem Aufsatze über Fundamente aus Bruchsteinen ohne Mörtel im ersten Hefte zweiten Bandes S. 23. des gegenwärtigen Journals.

(Vom Herrn Ober-Landbaumeister *Hollenberg* zu Osnabrück.)

Was der Herr Bau-Intendant Engel über diesen Gegenstand am benannten Orte sagt, kann ich aus selbst gemachter Erfahrung bestätigen; nemlich, dafs es bei vorsichtiger Anlage von Fundamenten ganz überflüssig ist, Kalkmörtel zwischen die Steine zu bringen.

Ich baute vor 16 Jahren ein kleineres Haus neben meinem gröfseren zu Osnabrück, worin ein 48 Fufs hoher Schornstein senkrecht durch 3 Etagen zum Forst des Daches hinausgeht. Zur Fundamentirung dieses Schornsteins liefs ich den Raum bis auf den festen Grund, etwa 6 Fufs tief, ausgraben, und die untere Fläche ebenen. Dann liefs ich durch einen Maurer, aus breiten platten Mauersteinen (Bruchsteinen) ein Pflaster, so dicht als möglich legen. Dieses wurde mit Sand beschüttet, mit Wasser begossen, und der Sand mit einem stumpfen Besen, so lange hin- und hergefegt, bis das Wasser alle Fugen und Höhlungen zwischen und unter den Steinen mit Sand gefüllt hatte, so dafs solche nichts mehr aufnahmen. Das überflüssige Wasser war in wenigen Minuten versunken; den übrigen Sand über dieser ersten Grundlage liefs ich etwa einen Zoll hoch ebenen.

Auf diese untere Schicht liefs ich auf gleiche Art eine zweite als Plaster legen, dieselbe abermals mit Sand beschütten und den Sand mit Wasser zwischen die Höhlungen und Fugen einspühlen und einfegen, bis das Wasser den Sand nicht mehr abführte; das Wasser hatte sich abermals in einigen Minuten verlaufen. Auf diese Art liefs ich in meiner Gegenwart fortfahren, ein Pflaster auf das andere schichtweise zu legen, bis das Fundament aus der Erde, oder zu Tage kam.

Auf diese Pflasterschichten, deren vielleicht 10 oder 12 auf einander lagen, wurde nun die Feuermauer und der Schornstein senkrecht aufgeführt; und dieser Bau hat sich seit 16 Jahren vortrefflich gehalten.

Es ist begreiflich, daſs es vorzüglich auf die ordentliche Lage der Pflasterschichten ankommt, wozu Steine mit lagerhaften Seiten genommen werden müssen. Die Fugen und untern Lücken füllt der Sand, wenn er durch Wasser hinein geschlemmt wird, so dicht aus, als wenn alles Eine Masse wäre; mithin kann sich nichts verschieben und auf festem Unterboden nichts versenken. Der eingeschlemmte Sand ist ohne Zweifel dem ordinairen Mörtel vorzuziehen, welcher unter der Erde fast nie erhärtet, aber ein viel kostbareres Material ist und den Bau vertheuert.

Daſs die Behandlung einer Fundamentmauer sorgfältig geschehen müsse, und daſs die Mauer nicht bloſs leicht zusammengesetzt werden darf, wie es gewöhnlich mit Kalk geschieht, ist leicht zu sehen. Aber den guten Erfolg kann ich aus der Erfahrung bestätigen. Daher hat es mir Vergnügen gemacht, meine Anordnung durch den Herrn Bau-Intendanten Engel bestätigt zu finden, wenn gleich unsere Methoden nicht vollkommen übereinstimmen.

24.
Einige Nachrichten von Büchern.

1. *Die zwei Strom-Coupirungen bei Breitenburg; ausgeführt im Winter* 1824 *und* 1825 *unter der Leitung des Obersten etc.* C. H. Christensen, *und dargestellt von dessen Sohne* C. A. H. Christensen, *Assistenten bei dem Deich-Inspectorate etc. Hamburg, bei Perthes und Besser* 1827.

Es ist anerkannt, dafs das Studium ins Einzelne gehender Beschreibungen schwieriger Bau-Ausführungen dem angehenden Baumeister sehr nützlich ist; es möchte daher dem Zwecke dieses Journals nicht fremd sein, auf Bücher, welche solche enthalten, aufmerksam zu machen. Die oben benannte Schrift enthält eine solche Beschreibung, und Ref. zeigt sie daher an, weil er sich nicht erinnert, dafs davon oft in Zeitschriften die Rede gewesen sei, obgleich sie empfohlen zu werden verdient.

Am 15. September 1824 hatten die Fluthen der Stör (eines in der Nähe von Itzehöe in die Elbe fallenden Flusses) einen Deich auf dem linken Ufer, in der Nähe des Schlosses Breitenburg, durchbrochen, und dadurch etwa $1\frac{1}{2}$ Quadratmeilen Marschdistrict unter Wasser gesetzt. Der Grundbruch mufste noch im Laufe des Winters coupirt werden, und dies geschah in 17 Arbeitstagen, deren letzter der 21. Januar 1825 war, die Beendigung einiger Nach-Arbeiten ungerechnet. Aber durch die Sturmfluthen am 3. und 4. Februar 1825 wurden die Stördeiche wieder so stark angegriffen, dafs neue Durchbrüche erfolgten, und diese machten wieder neue Arbeiten nöthig, welche im Laufe des Sommers 1825 ausgeführt wurden.

Von allen dabei vorkommenden sehr schwierigen Umständen und widrigen Ereignissen giebt Hrn. Christensen's Buch Nachricht. Es ist gröfstentheils in Form eines Tagebuches verfafst, und dadurch etwas weitläufig geworden, was aber hier kaum zu tadeln sein möchte, weil der Leser nun um so mehr im Stande ist, dem Gange der Arbeiten zu folgen, und sich dieselben zu vergegenwärtigen. * *

2. *Neugegründeter und vollständiger Unterricht in dem Gewölb-Bogen-Bau, gestützt auf Berechnung der Pressungen von Keil zu Keil u. s. w., vom Dr* C L. Rösling, *Prof. der Math., und* C. W. Rösling, *der Architectur Befl. Ulm, in der Stettinschen Buchhandlung*, 1829.

Der Verfasser sucht die Dicke, welche einem Tonnengewölbe im Schlusse, und die, welche seinen Widerlagern nöthig ist, dadurch zu bestimmen, dafs er, wie der Titel besagt, die Pressungen auf jeden einzelnen Wölbstein berechnet. Dawider wäre nichts einzuwenden; wohl aber gegen die Annahme, dafs jeder Wölbstein gegen den nächst folgenden, hauptsächlich in dem Puncte geprefst werde, in welchem die ihre Schwerpuncte verbindende gerade Linie, die (bei Fugen ohne Dicke) in einander fallenden Lagerflächen der Wölbsteine schneidet, indem solches mit den Erscheinungen, welche die Gewölbe darbieten, nicht übereinstimmt. Indessen ist die von dem Verf. gegebene Theorie so folgerecht durchgeführt und so klar dargestellt, dafs Ref. zum Studium des Buches rathen kann, um so mehr, da es vielleicht Jemand auf eine Idee führt, die Statik der Gewölbe der Vollkommenheit noch näher zu bringen. Dem Verfasser ist zuzugestehen, dafs er die Kenntnifs der in Gewölben wirkenden Kräfte gefördert habe.

Die Abänderungen an den Röslingschen Formeln, welche Ref. für nöthig hält, können hier nicht angegeben werden. Davon vielleicht später und an einem andern Orte. * *

3. *Histoire des Maschines à vapeur, depuis leur origine jusqu'à nos jours; par Mr.* Hachette. *Paris, chez Corby, Mars* 1830.

Die Benutzung der Kraft des Wasser-Dampfs, Bewegung zu erzeugen, ist, wie schon die bisherige Erfahrung gezeigt hat, ein so wichtiger Gegenstand, dafs davon, besonders durch die vortheilhaften Wirkungen derselben auf die Schiffahrt, und folglich auf das Reisen, auf den Handel und den Krieg, mit der Zeit der gesammte gesellschaftliche Zustand der Völker der Erde berührt werden dürfte. Gute Schriften über die Dampf-Maschinen, zu welchen die gegenwärtige im hohen Grade gehört, sind daher unstreitig von grofsem Interesse. Der verdiente Verfasser giebt eine Geschichte der Dampf-Maschinen, die von Jedem, der auf diesen Gegenstand aufmerksam ist, mit grofsem Interesse und mit Belehrung gelesen werden wird, und daher sehr empfohlen werden mufs. Man sehe auch: „Arago über die Geschichte der Dampf-Maschinen" in dem Jahrbuche des Längen-Bureau vom Jahre 1829. * *

4. E. Peclet, *Traité de la chaleur et des ses applications aux arts et aux Manufactures. Paris, chez Malher.* Auch ins Deutsche übersetzt vom Dr. C. F. A. Hartmann, unter dem Titel: „*Über die Wärme und deren Anwendung in den Künsten und Gewerben. Braunschweig, bei Vieweg.*" ist eine wissenschaftliche und sehr gründliche Abhandlung ihres Gegenstandes. Der erste Abschnitt enhält die physicalische Theorie der Wärme; der zweite handelt von der Verbrennung und den Brenn-Materialien; der dritte von der Bewegung der warmen Luft, und der vierte von den Caminen und Essen. Das Werk verdient allgemein bekannt zu sein. * *

5. Dem Vernehmen nach erscheint nächstens, in der Viewegschen Buchhandlung zu Braunschweig eine neue Ausgabe von Gilly's Handbuch der Landbaukunst, bearbeitet von Berliner Architecten. Der Herausgeber dieses Journals hat zwar von dieser Bearbeitung noch keine nähere Kenntnifs erhalten; indessen ist von den sehr erfahrenen und geachteten Architecten, die ihm als Bearbeiter genannt worden sind, mit Grunde zu erwarten, dafs das vortreffliche Gillysche Werk, welches im Buchhandel nicht mehr zu haben war, durch sie von Neuem werde nutzbar gemacht werden. Er freut sich daher auch seinerseits über diese Unternehmung. Auch findet er darin zugleich eine Bestätigung seiner Voraussetzung, dafs ein zeitgemäfses Handbuch der Landbaukunst, ähnlich dem Gillyschen, wie er es im vorigen Jahre angekündigt, und wofür auch das Publicum durch zahlreiche Subscriptionen eine lebhafte Theilnahme gezeigt hat, ein wahres Bedürfnifs sei, zu dessen Befriedigung auch er daher seinerseits behülflich zu sein, nach Kräften sich beeilen wird.

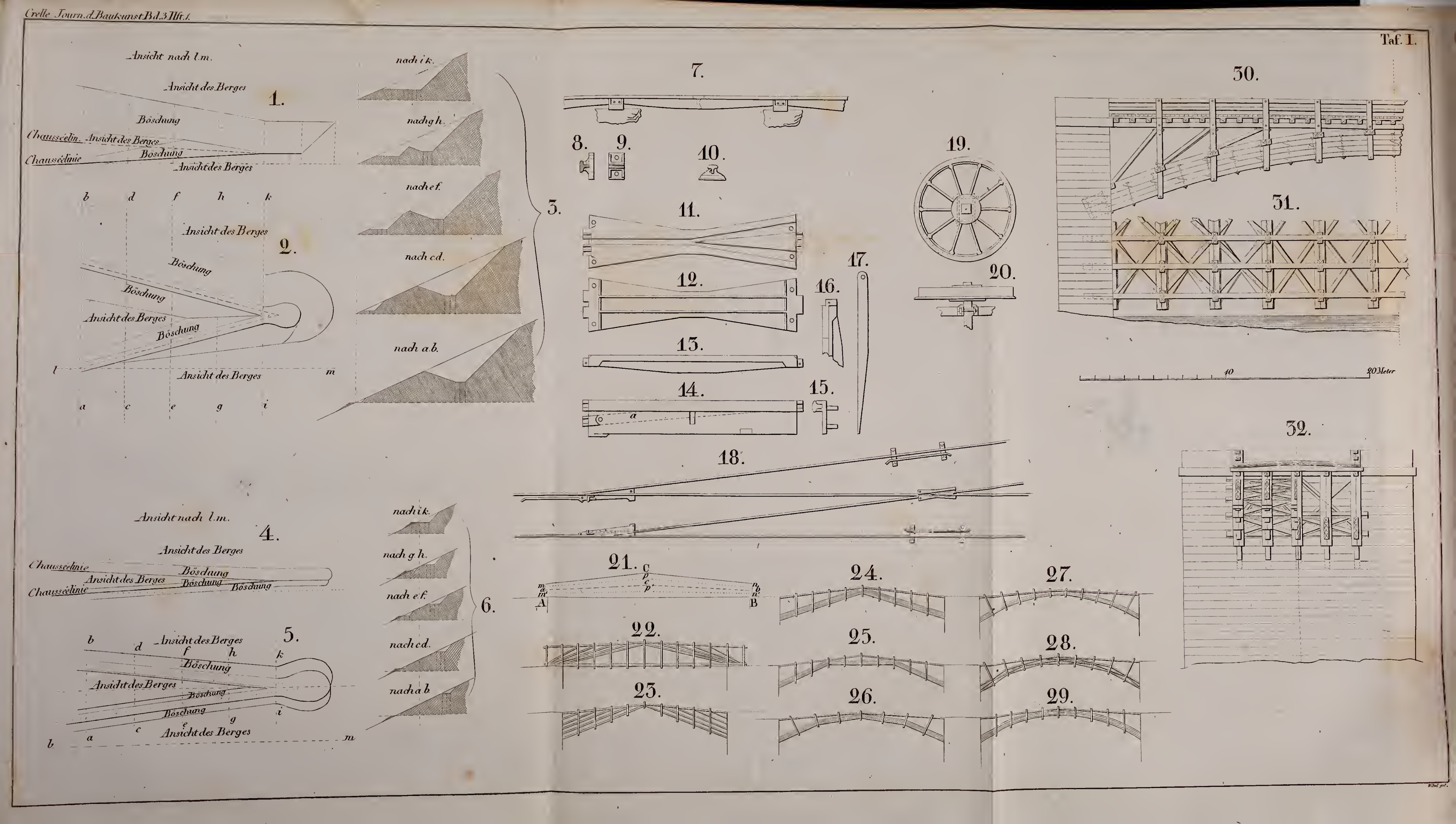
6. Die im vorigen Bande dieses Journals erwähnte treffliche Zeitschrift des Herrn Corréard für die Baukunst, unter dem Titel: „*Journal du génie civil, des sciences et des arts*" hat den erfreulichsten Fortgang. Es sind nunmehr schon 25 Hefte davon, regelmäfsig monatlich Eins, erschienen, und die Schrift bildet eine schätzbare Sammlung der interessantesten Abhandlungen und Nachrichten. Das gegenwärtige Journal wird fortfahren, seinen Lesern daraus dasjenige, was sie zunächst näher und örtlich angehen kann, mitzutheilen.

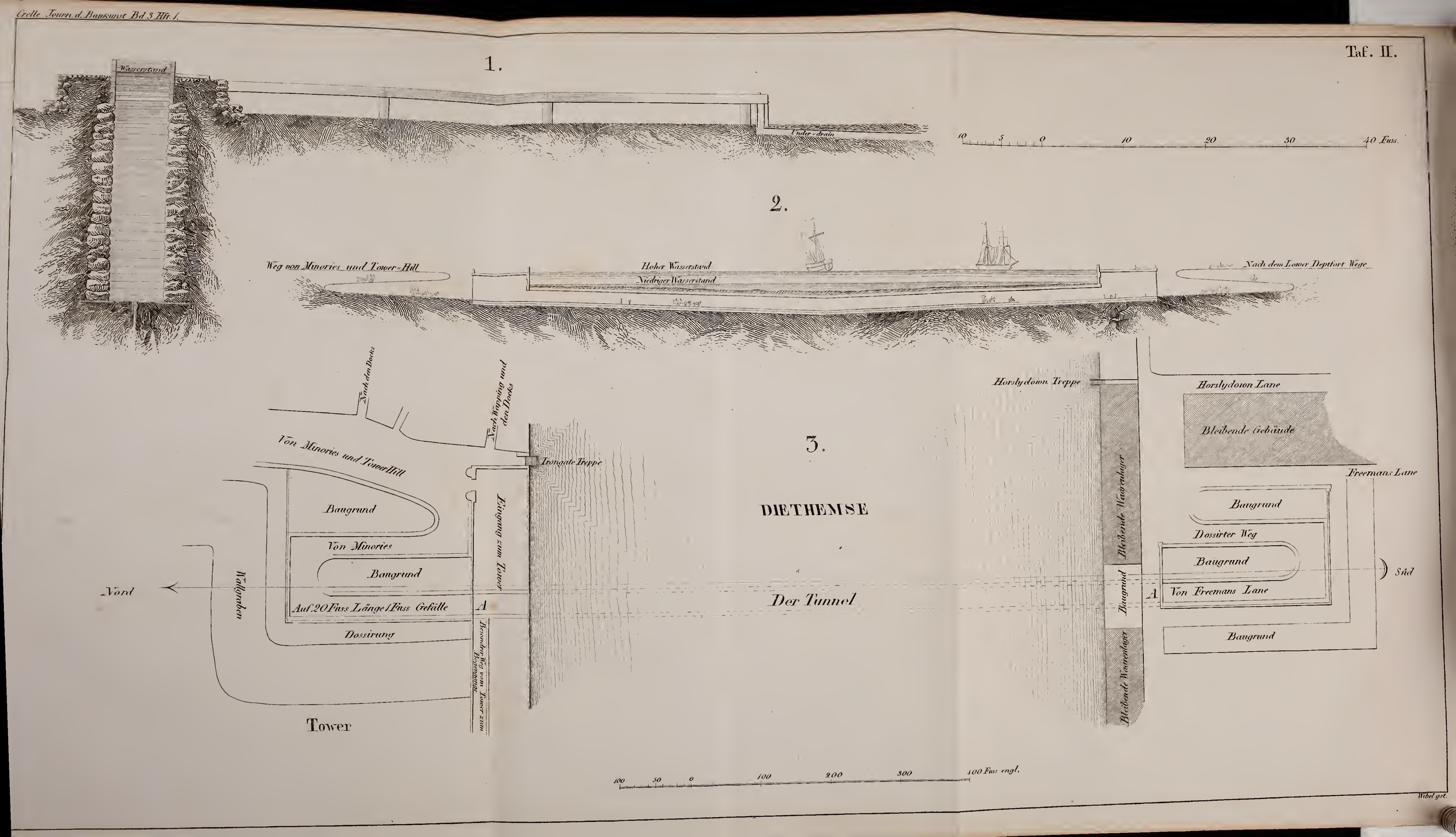
Folgende nothwendige Abänderungen im zweiten und dritten Hefte dieses Bandes bittet man zu berücksichtigen.

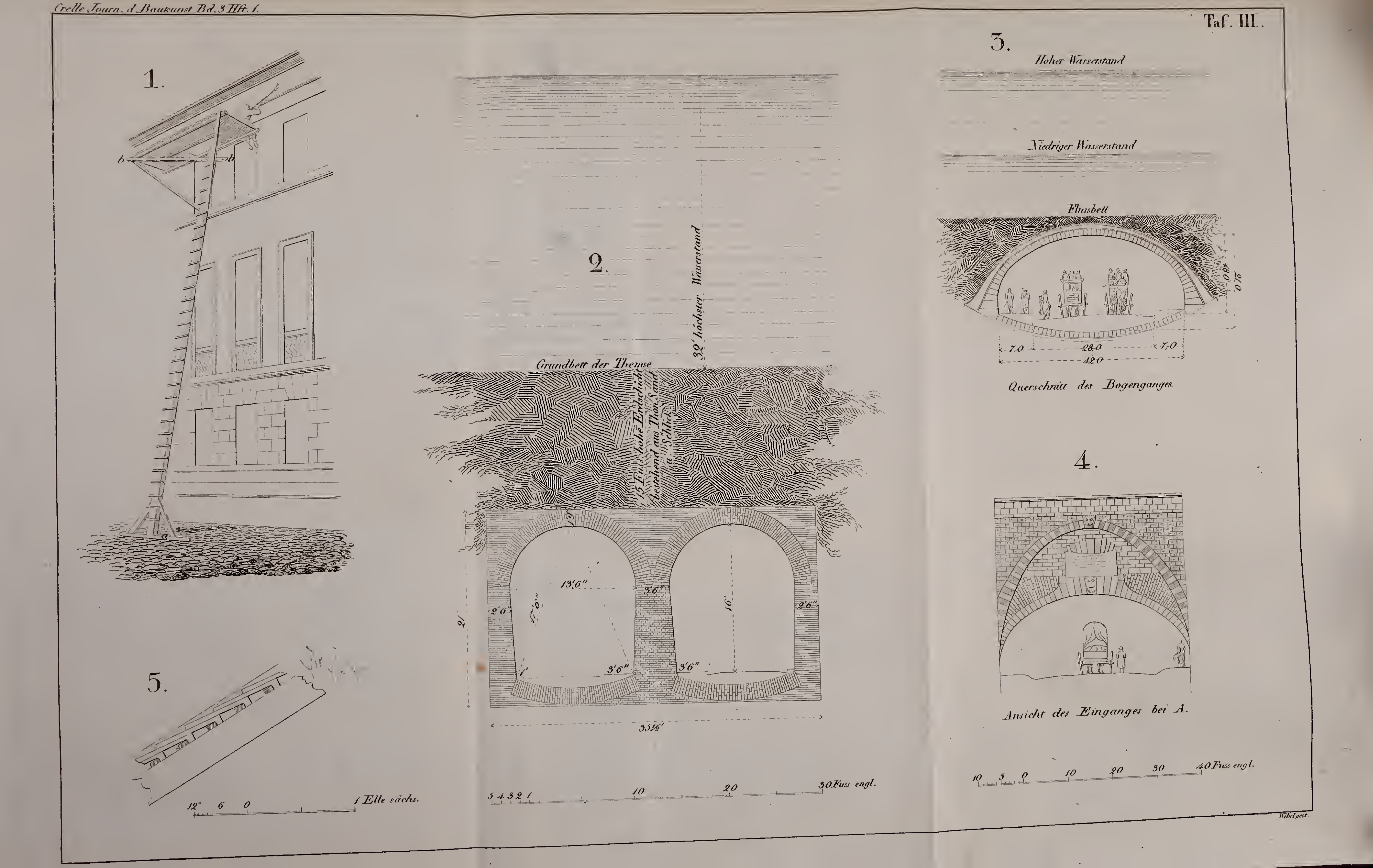
Seite 234. Zeile 21. v. o. statt Gesichts-Anschauung lies Anschauung
— — — 3. v. u. st. auch mittelbar l. auch nur mittelbar
— 235. — 3. v. o. st. haben kann l. erwarten läfst
— — — 9. v. u. st. Hirt l. Hübsch
— — — 2. v. u. st. zu Pästum in Klein-Asien l. zu Pästum und in Klein-Asien
— 236. — 13. v. u. st. theils l. andrerseits
— 237. — 13. v. o. st. und wir dürfen voraussetzen, l. und wir dürfen vorzugsweise von den Griechen voraussetzen,
— 239. — 17. v. o. st. warum der Griechische Geist sich deutlicher in der Poesie, und in dieser . . . l. warum der Griechische Geist sich deutlicher in der Plastik als Poesie, und in dieser . . .
— 241. — 4. v. o. st. aber sie l. aber auch sie
— 277. — 2. v. o. st. daran zu denken l. daran Anstofs zu nehmen
— 278. — 16. v. u. st. richtigen l. richtiger
— 280. — 17. v. o. st. dies eine l. dies indefs eine
— 282. — 10. v. u. st. weniger l. wenig
— 283. — 16. v. u. st. dies l. das
— 288. — 6. v. u. st. auf diesen sonst auch l. auf diesen auch
— 290. — 3. v. o. st. gerade l. grade
— 292. — 19. v. o. st. weil auch noch l. auch noch, weil
— 295. — 14. v. o. st. Säule l. Seite
— 322. — 13. v. o. st. fähig wäre l. fähig gewesen wäre

In dem Aufsatze No. 30. im vierten Hefte zweiten Bandes dieses Journals mufs es nach der Bemerkung eines Abonnenten des Journals heifsen:

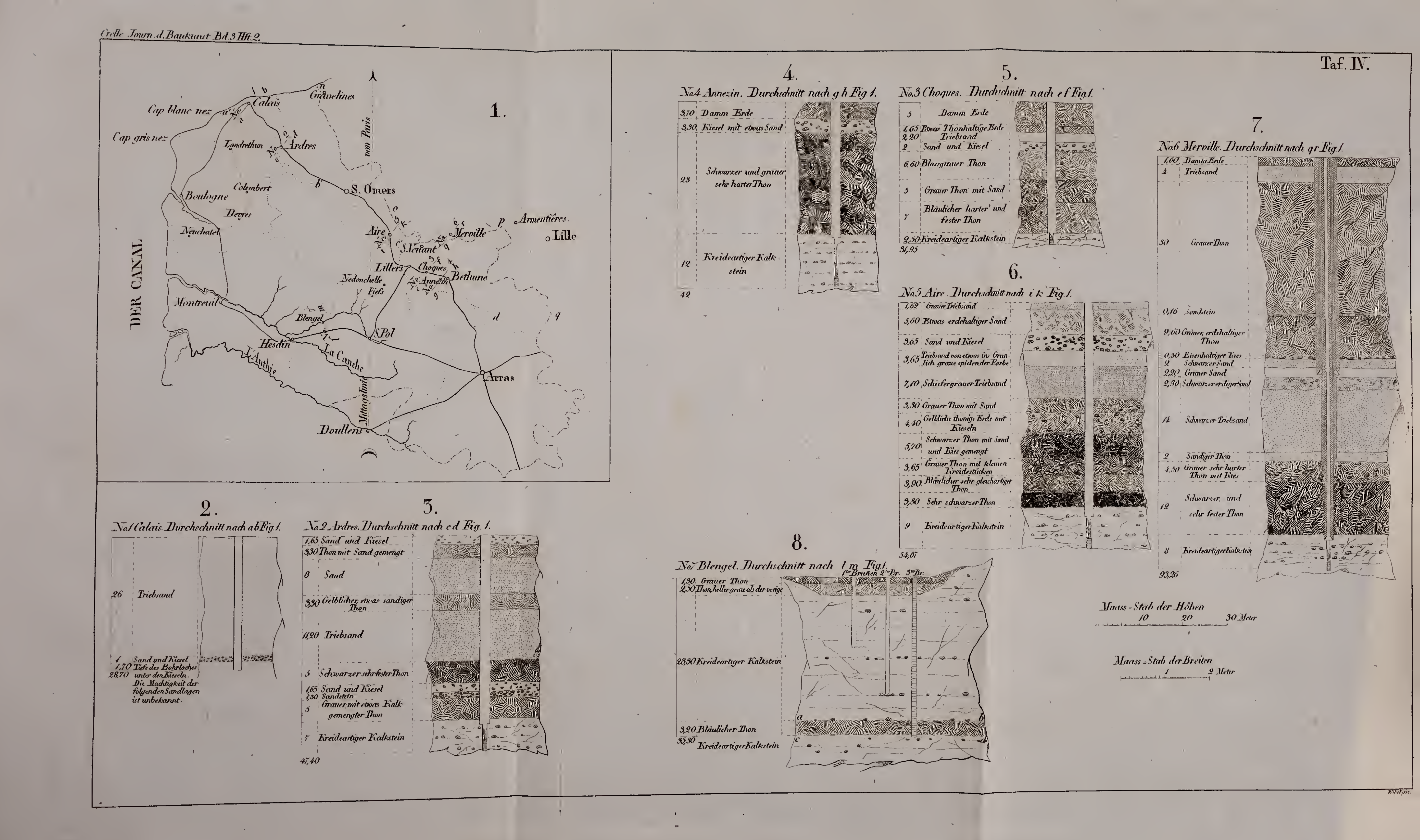
Seite 433. Zeile 19. v. o. $3\frac{1}{2}$ Fufs lang nach der Breite und $1\frac{1}{2}$ Fufs breit nach der Länge st. $3\frac{1}{2}$ Fufs ins Gevierte
— 434. — 5. v. u. $3\frac{1}{2}$ Fufs lang, $1\frac{1}{2}$ Fufs breit st. $3\frac{1}{2}$ Fufs ins Gevierte; $31\frac{1}{2}$ st. $73\frac{1}{2}$; Z. 4. v. u. $125\frac{1}{4}$ st. $167\frac{1}{4}$; desgleichen fällt alsdann Z. 3. v. u. weg.
— 436. — 15. v. o. Wagen st. Wangen


Ansicht nach l. m.
Ansicht des Berges
1.
Böschung
Chausséelin. Ansicht des Berges
Böschung
Chausséelinie
Ansicht des Berges
b d f h k
Ansicht des Berges
2.
Böschung
Böschung
Ansicht des Berges
Böschung
l
Ansicht des Berges
m
a c e g i
nach i k.
nach g h.
nach e f.
nach c d.
nach a b.
3.
7.
8. 9.
10.
11.
12.
13.
14.
a
15.
16.
17.
18.
19.
20.
30.
31.
10
20 Meter
32.
Ansicht nach l. m.
4.
Ansicht des Berges
Chausséelinie
Böschung
Ansicht des Berges
Böschung
Chausséelinie
Böschung
b
d
Ansicht des Berges
5.
f h k
Böschung
Ansicht des Berges
Böschung
Böschung
i
a c e g
Ansicht des Berges
b
m
nach i k.
nach g h.
nach e f.
nach c d.
nach a b.
6.
21.
C
A
B
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.

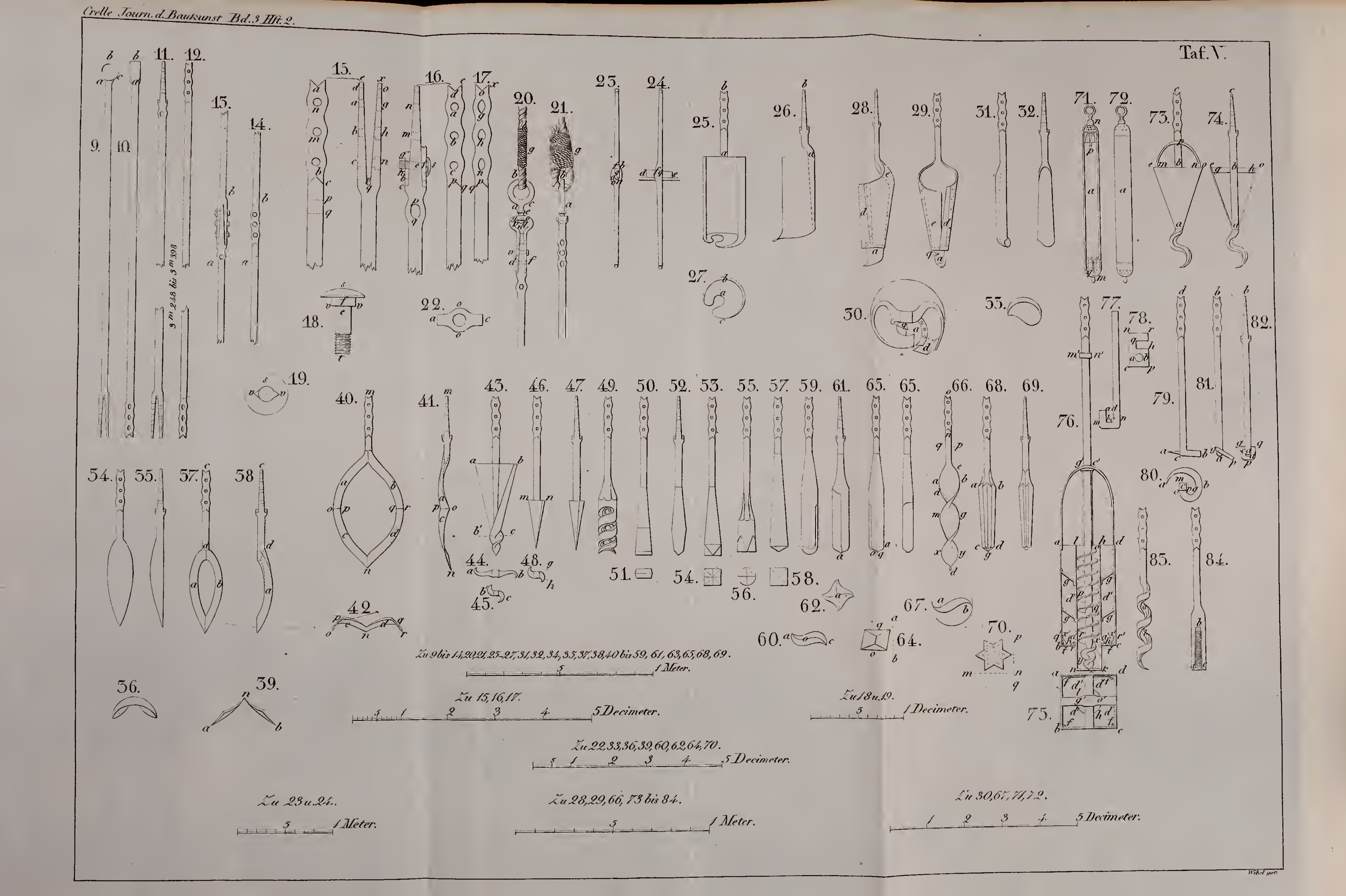

Taf. II.
1.
Wasserstand
Under-drain
10 5 0 10 20 30 40 Fuss.
2.
Weg von Minories und Tower=Hill
Hoher Wasserstand
Niedriger Wasserstand
Nach dem Lower Deptfort Wege
3.
Nach den Docks
Nach Wapping und den Docks
Von Minories und Tower Hill
Irongate Treppe
Baugrund
Eingang zum Tower
Von Minories
Baugrund
Wallgraben
Nord
Auf 20 Fuss Länge 1 Fuss Gefälle
A
Dossirung
Besondrer Weg vom Tower zum
Tower
DIE THEMSE
Der Tunnel
Horslydown Treppe
Horslydown Lane
Bleibende Gebäude
Bleibende Waarenlager
Freemans Lane
Baugrund
Dossirter Weg
Baugrund
Süd
Baugrund
A
Von Freemans Lane
Baugrund
Bleibende Waarenlager
100 50 0 100 200 300 400 Fuss engl.
Wibel gest.

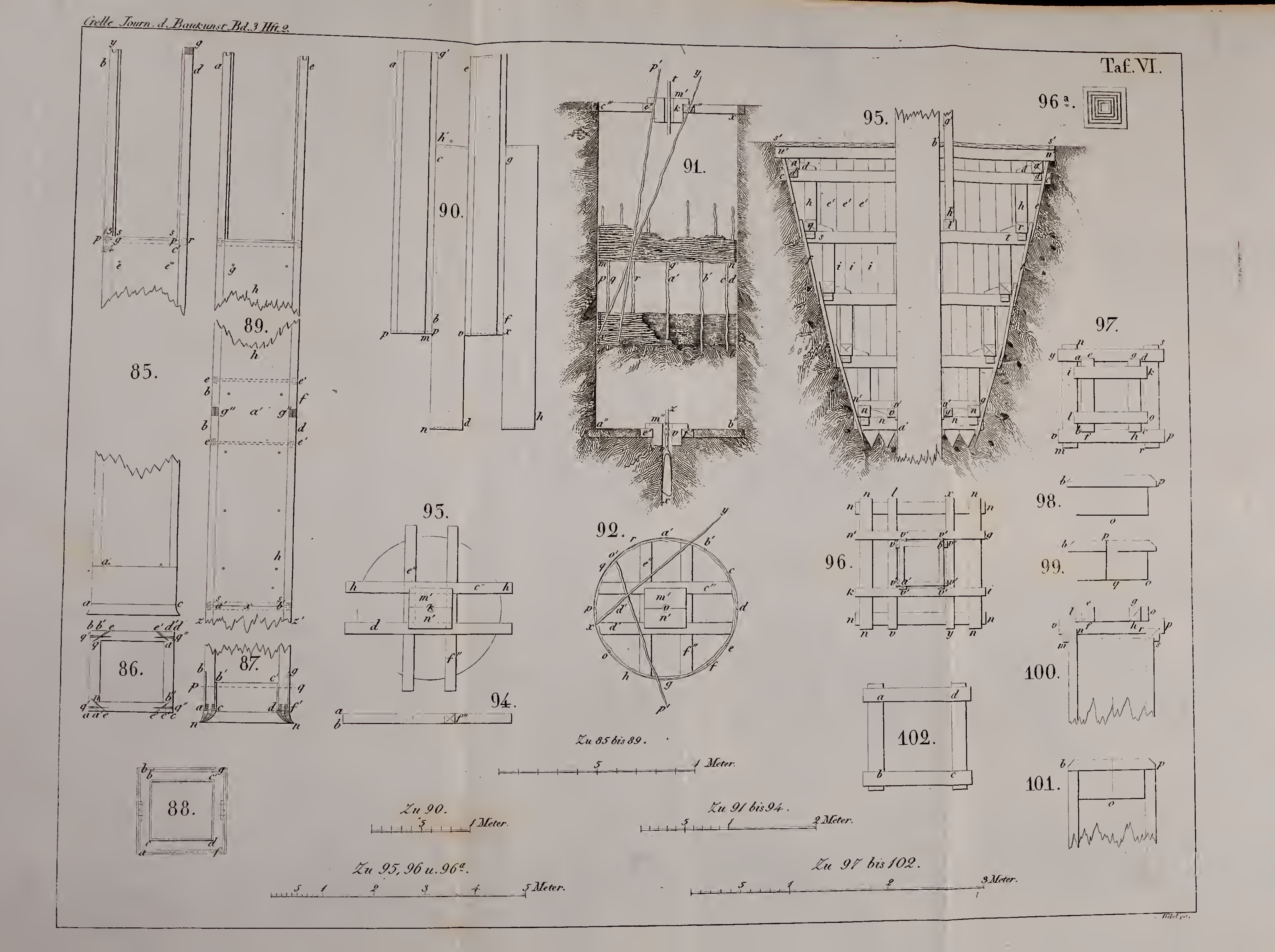

Taf. III.
1.
b
b
a
2.
Grundbett der Themse
32' höchster Wasserstand
13'6"
3'6"
2'6"
16'
2'6"
21'
1'
3'6"
3'6"
35½'
5 4 3 2 1 10 20 30 Fuss engl.
3.
Hoher Wasserstand
Niedriger Wasserstand
Flussbett
7,0
28,0
7,0
42,0
Querschnitt des Bogenganges.
4.
Ansicht des Einganges bei A.
10 5 0 10 20 30 40 Fuss engl.
5.
12" 6 0 1 Elle sächs.

Taf. IV.


1.
DER CANAL
Cap blanc nez
Cap gris nez
Calais
Gravelines
Ardres
Landrethun
von Paris
S. Omers
Colembert
Boulogne
Desvres
Neuchatel
Aire
S. Venant
Merville
Armentières
Lille
Lillers
Choques
Bethune
Annezin
Nedonchelle
Fiefs
Montreuil
Blengel
S. Pol
Hesdin
La Canche
L'Authie
Arras
Mittagslinie
Doullens
2.
No. 1 Calais. Durchschnitt nach a b Fig. 1.
26 Triebsand
1 Sand und Kiesel
1,70 Tiefe des Bohrloches
28,70 unter den Kieseln.
Die Machtigkeit der folgenden Sandlagen ist unbekannt.
3.
No. 2 Ardres. Durchschnitt nach c d Fig. 1.
1,65 Sand und Kiesel
3,30 Thon mit Sand gemengt
8 Sand
3,30 Gelblicher, etwas sandiger Thon
11,20 Triebsand
5 Schwarzer sehr fester Thon
1,65 Sand und Kiesel
1,30 Sandstein
5 Grauer, mit etwas Kalk gemengter Thon
7 Kreideartiger Kalkstein
47,40
4.
No. 4 Annezin. Durchschnitt nach g h Fig. 1.
3,70 Damm Erde
3,30 Kiesel mit etwas Sand
23 Schwarzer und grauer sehr harter Thon
12 Kreideartiger Kalkstein
42
5.
No. 3 Choques. Durchschnitt nach e f Fig. 1.
5 Damm Erde
1,65 Etwas Thonhaltige Erde
2,20 Triebsand
2 Sand und Kiesel
6,60 Blassgrauer Thon
5 Grauer Thon mit Sand
7 Bläulicher harter und fester Thon
2,50 Kreideartiger Kalkstein
31,95
6.
No. 5 Aire. Durchschnitt nach i k Fig. 1.
1,62 Grauer Triebsand
5,60 Etwas erdehaltiger Sand
3,65 Sand und Kiesel
3,65 Triebsand von etwas ins Grünlich graue spielender Farbe
7,10 Schiefergrauer Triebsand
3,30 Grauer Thon mit Sand
4,40 Gelbliche thonige Erde mit Kieseln
5,70 Schwarzer Thon mit Sand und Kies gemengt
3,65 Grauer Thon mit kleinen Kreidestücken
3,90 Bläulicher sehr gleichartiger Thon
3,30 Sehr schwarzer Thon
9 Kreideartiger Kalkstein
54,87
7.
No. 6 Merville. Durchschnitt nach q r Fig. 1.
1,60 Damm Erde
4 Triebsand
30 Grauer Thon
0,16 Sandstein
9,60 Grüner, erdehaltiger Thon
0,30 Eisenhaltiger Kies
2 Schwarzer Sand
2,20 Grüner Sand
2,90 Schwarzer erdiger Sand
14 Schwarzer Triebsand
2 Sandiger Thon
4,50 Grauer sehr harter Thon mit Kies
12 Schwarzer, und sehr fester Thon
8 Kreideartiger Kalkstein
93,26
8.
No. 7 Blengel. Durchschnitt nach l m Fig. 1.
1ter Brunnen 2ter Br. 3ter Br.
1,30 Grauer Thon
2,50 Thon, heller grau als der vorige
28,30 Kreideartiger Kalkstein
3,20 Bläulicher Thon
35,30 Kreideartiger Kalkstein
Maass-Stab der Höhen
10 20 30 Meter
Maass-Stab der Breiten
1 2 Meter

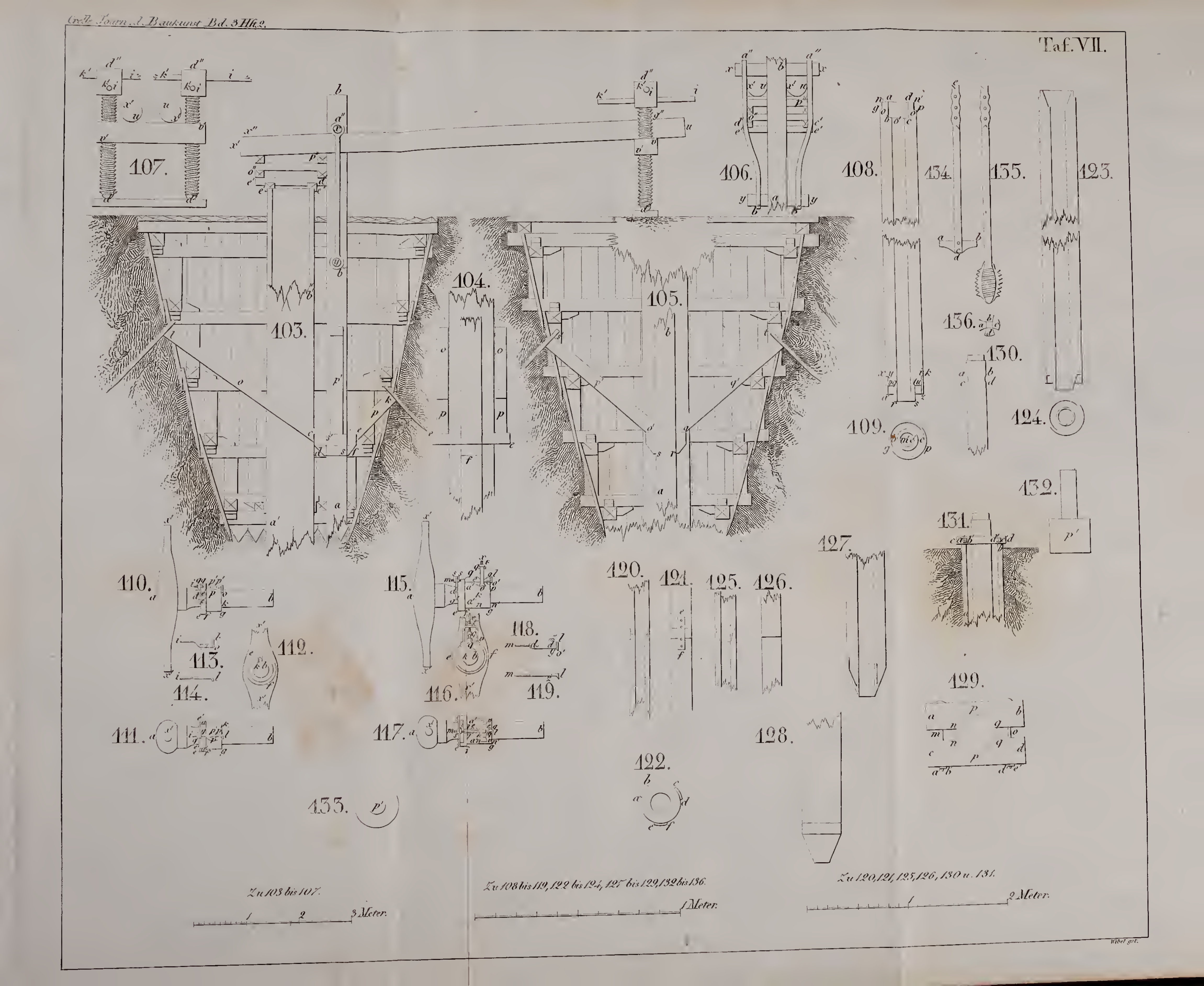
Taf. V.


Zu 9 bis 14, 20, 21, 25-27, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40 bis 59, 61, 63, 65, 68, 69.
1 Meter.
Zu 15, 16, 17.
5 Decimeter.
Zu 18 u. 19.
1 Decimeter.
Zu 22, 33, 36, 39, 60, 62, 64, 70.
5 Decimeter.
Zu 23 u. 24.
1 Meter.
Zu 28, 29, 66, 73 bis 84.
1 Meter.
Zu 30, 67, 71, 72.
5 Decimeter.
3m 248 bis 3m 398



Crelle Journ. d. Baukunst Bd. 3 Hft. 2.
Taf. VI.
85.
86.
87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
96 a.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
Zu 85 bis 89.
1 Meter.
Zu 90.
1 Meter.
Zu 91 bis 94.
2 Meter.
Zu 95, 96 u. 96a.
5 Meter.
Zu 97 bis 102.
3 Meter.

Taf. VII.

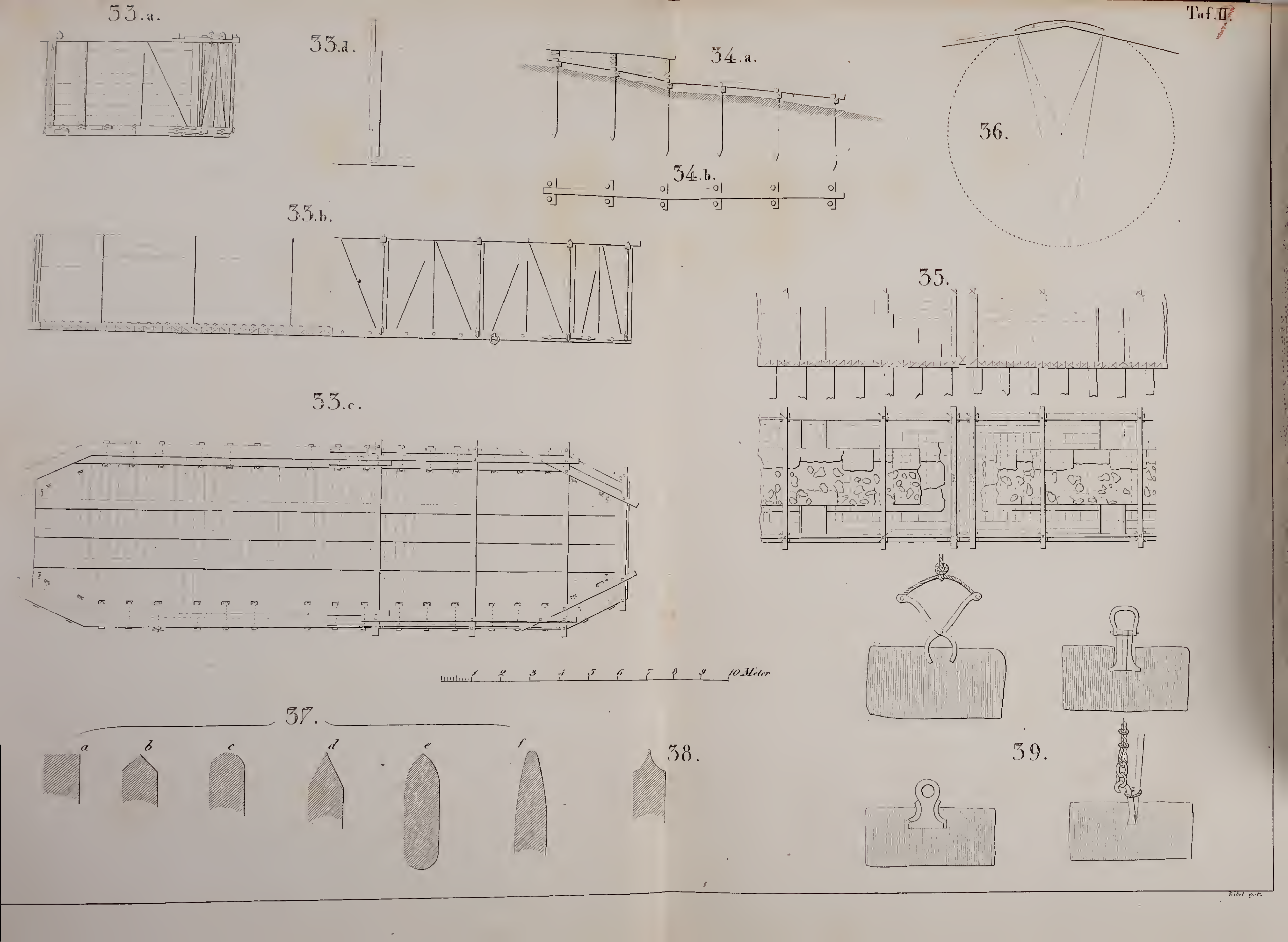

103.
104.
105.
106.
107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
125.
126.
127.
128.
129.
130.
131.
132.
133.
134.
135.
136.
Zu 103 bis 107.
3 Meter.
Zu 108 bis 119, 122 bis 124, 127 bis 129, 132 bis 136.
1 Meter.
Zu 120, 121, 125, 126, 130 u. 131.
2 Meter.

Taf. VIII.

Zu 1 bis 14, 16 u. 18, zu 15 u. 17 das Doppelte, zu 19 u. 20 den 4ten Theil.

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 10 20 30 Fuss.

Wibel grt.



Taf. II.
33.a.
33.d.
34.a.
34.b.
36.
33.b.
35.
33.c.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Meter.
37.
a
b
c
d
e
f
38.
39.

Taf. X.

1.

2.

3.

Widerlager

4.

Widerlager

5.

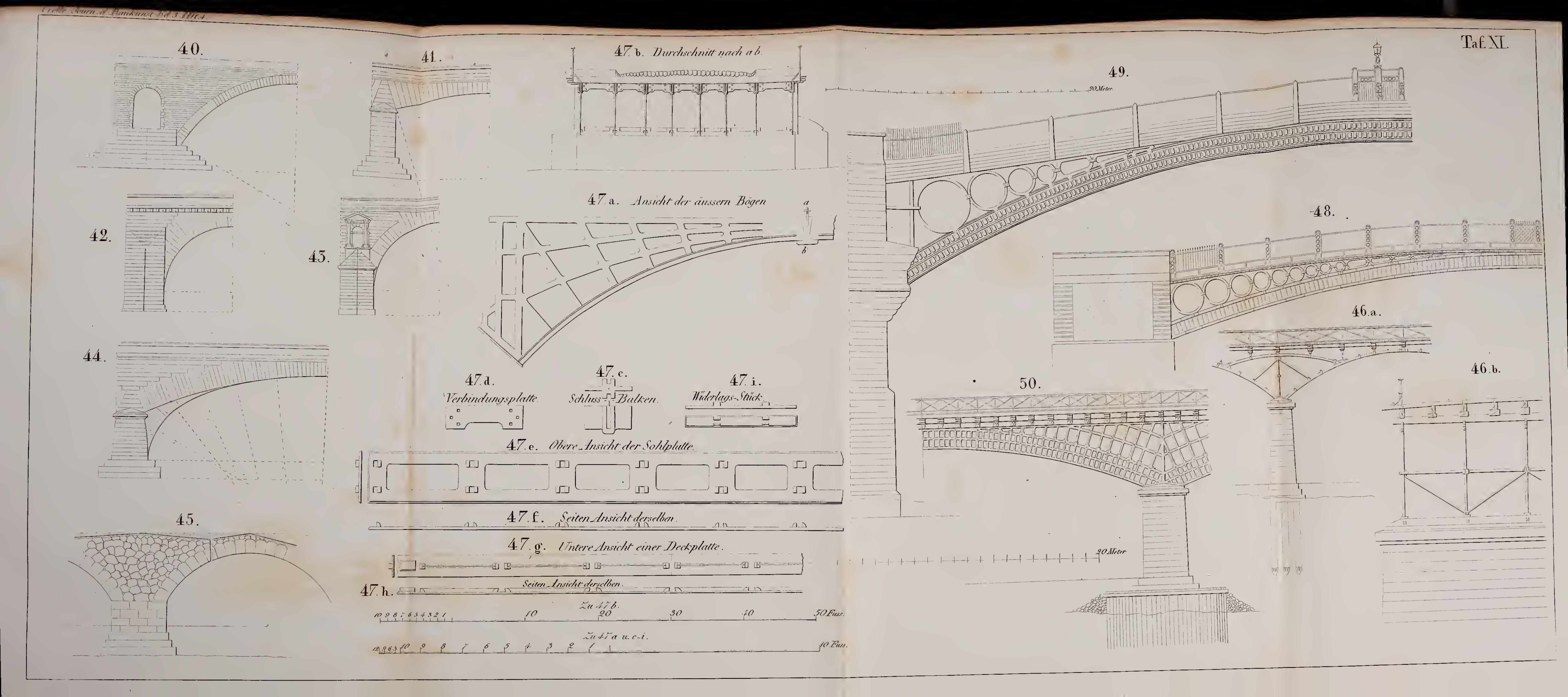
m

6. a.

m

6. b.

Wibel gest.



Taf. XI.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
47. b. Durchschnitt nach a b.
47. a. Ansicht der äussern Bögen
a
b
47. d. Verbindungsplatte.
47. c. Schluss-Balken.
47. i. Widerlags-Stück.
47. e. Obere Ansicht der Sohlplatte.
47. f. Seiten Ansicht derselben.
47. g. Untere Ansicht einer Deckplatte.
47. h. Seiten Ansicht derselben.
Zu 47 b.
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 10 20 30 40 50 Fuss.
Zu 47 a u. c-i.
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 10 Fuss.
49.
20 Meter.
48.
46. a.
46. b.
50.
20 Meter

Taf. XII

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57. a b c

58.

59.

60. a

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67. Ansicht Grundriss Durchschnitt

68. Queerschnitt Grundriss Stütze Längendurchschnitt

69.

70. Ansicht Queerschnitt

71. Ansicht Queerschnitt

72.

73. Queerschnitt Ansicht

74.

Taf. XII

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57. a b c

58.

59.

60. a

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67. Ansicht Grundriss Durchschnitt

68. Querschnitt Grundriss Stütze Längendurchschnitt

69.

70. Ansicht Querschnitt

71. Ansicht Querschnitt

72.

73. Querschnitt Ansicht

74.

